Phys. sp. 618 sb-2

<36611388520014

<36611388520014

Bayer. Staatsbibliothek

WISSENSCHAFTLICHE UND TECHNISCHE ARBEITEN

VON

WERNER SIEMENS.

ZWEITER BAND.

TECHNISCHE ARBEITEN.

MIT 204 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

ZWEITE AUFLAGE.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1891.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorbemerkung.

Das Erscheinen des vorliegenden zweiten Bandes der gesammelten Werke Werner Siemens', welcher ein möglichst vollständiges Bild der so vielseitigen technischen Leistungen desselben geben soll, hat sich über Erwarten verzögert, da die Vorarbeiten zu seiner Herstellung sehr erhebliche waren. Nur der persönlichen Mitwirkung Werner Siemens' und dem bereitwilligen Entgegenkommen der Firma Siemens & Halske, welche ihren mit der Drucklegung betrauten Dr. W. Howe in jeder Weise bei seiner Arbeit unterstützte, ist es zu danken, dass das Werk in seiner jetzigen Vollständigkeit zu Stande gekommen ist.

Ausser Originalaufsätzen des Verfassers und von ihm herrührenden Patentbeschreibungen wurden auch von Anderen bewirkte Publikationen über seine Erfindungen berücksichtigt. Die Preussischen Patentschriften S. 12, 78, 100, 104, 108, 114 und 159, die in geschäftlichem Interesse veranlassten Beschreibungen S. 118, 161, 169, 242 und 301, sowie die Eingaben S. 307 und 310 werden hier zum ersten Mal veröffentlicht. In einigen Fällen, wo Originalbeschreibungen entweder nicht vorhanden oder doch nicht aufzufinden waren, wurden mit Hülfe der Akten der Firma Siemens & Halske und persönlicher Mittheilungen nachträglich kurze Beschreibungen angefertigt — es bezieht sich dies auf die Aufsätze S. 1, 24, 80 und 313. Die Beschreibungen der englischen Patente sind — zum Theil etwas abgekürzte — Uebersetzungen. Hier und da wurden einleitende Vorbemerkungen und erklärende Anmerkungen zu besserem Verständniss hinzugefügt.

Der Anhang enthält bedeutsame Kundgebungen des Verfassers zur Preussischen und Deutschen Patentfrage, sowie zur Entstehungsgeschichte der physikalisch-technischen Reichsanstalt. — In den Nachtrag zum ersten Bande sind ausser den seit dem Erscheinen desselben neu hin-

zugekommenen wissenschaftlichen Aufsätzen auch noch einige ältere aufgenommen.

Eine eigenartige Schwierigkeit lag in dem engen Zusammenhange, in welchem die technischen Leistungen des Begründers und 40jährigen Leiters des Hauses Siemens & Halske mit denen seiner Mitarbeiter stehen. Von der epochemachenden Entdeckung des dynamo-elektrischen Princips ab beginnt die Fülle des durch das Zusammenwirken der tüchtigsten Kräfte von der Firma Geleisteten so gross zu werden, dass es unmöglich erschien, die persönlichen Leistungen der Einzelnen scharf von einander zu trennen. Es wurde daher im weiteren Fortschreiten der Arbeiten der Wunsch immer reger, diese zum Theil hochbedeutenden Leistungen, an denen Werner Siemens auch Antheil hat, die aber nicht sein alleiniges Verdienst sind, in würdiger Form zu vereinigen. Die Erfüllung dieses Wunsches ist von der Firma Siemens & Halske in ernstliche Aussicht genommen.

Schliesslich sieht sich Unterzeichnete in der erfreulichen Lage, mittheilen zu können, dass die Herausgabe der in der Vorbemerkung zum ersten Bande in Aussicht gestellten Lebenserinnerungen Werner Siemens' inzwischen gesichert ist; dieselben sollen aber nicht, wie ursprünglich beabsichtigt, in der Form eines dritten Bandes der wissenschaftlichen und technischen Arbeiten erscheinen, sondern als ein völlig selbständiges Werk.

Berlin, im September 1891.

Die Verlagshandlung.

Inhaltsverzeichniss des zweiten Bandes.

Seite

1. Preussisches Patent auf ein Verfahren, Gold behufs der Vergoldung auf nassem Wege vermittelst des galvanischen Stromes aufzulösen. (1842.) . . . 1
2. Beschreibung des Differenzregulators der Gebrüder Werner und Wilhelm Siemens. (1845.) . 2
3. Patentgesuch auf eine neue Art elektrischer Telegraphen und eine damit verbundene Vorrichtung zum Druck der Depeschen. (1847.) 12
4. Aeltester Zwischenträger. (1848.) 24
5. Ueber die in Deutschland angestellten Versuche, den unter der Erde fortzuführenden Draht elektrischer Telegraphen mittelst Guttapercha zu isoliren. (1849.) . 26
6. Englische Patentbeschreibung betreffend Elektromagnete, Zeiger- und Drucktelegraphen, Uebertrager, Wecker, Tastenapparat und Vorrichtungen zum Herstellen und Legen von unterirdischen Leitungen. (1850.) . . 29
7. Kurze Darstellung der an den preussischen Telegraphenlinien mit unterirdischen Leitungen gemachten Erfahrungen. (1851.) 58
8. Patentgesuch auf eine Verbesserung der Einstellung von Uebertragern. (1852.) 78
9. Das automatische Telegraphensystem für die russischen Staatstelegraphen. (1853.) . 80
10. Englisches Patentgesuch betreffend elektromagnetisches Gegensprechen, Uebertrager mit drehbaren Magnetkernen und Dreitastenschriftlocher für automatische Telegraphie — von William Siemens auf Grund von Mittheilungen seines Bruders Werner eingereicht. (1854.) 83
11. Das Kontrol-Galvanoskop von Siemens & Halske. (1855 u. 1865.) . . . 92
12. Elektromagnetische Maschinen zur Erzeugung kontinuirlicher Induktionsströme gleicher Richtung. (1853 u. 1855.) 97
13. Patentgesuch auf Verbesserungen am Morse'schen Telegraphen, betreffend Elektromagnete mit drehbarem Kern, Translationsfeder, elektromagnetisches Gegensprechen und Selbstauslösung. (1855.) 104
14. Patentgesuch auf einen neuen magneto-elektrischen Zeigertelegraphen. — Erste Anwendung des Doppel-T-Ankers (Siemens armature). (1856.) 108
15. Patentgesuch auf ein Verfahren, mit Morse'schen Schreibtelegraphen mittelst inducirter Ströme wechselnder Richtung zu telegraphiren. (1856.) 114
16. Der Induktions-Schreibtelegraph von Siemens & Halske. (1856.) 118
17. Bemerkungen zu dem Aufsatze des Herrn Dr. Mohr über die Unwirksamkeit des transatlantischen elektrischen Kabels. (1859.) 124

Seite

18. Beschreibung einer galvanischen Batterie von anhaltend konstanter Wirkung. (1859.) 129
19. Apparate für den Betrieb langer Unterseelinien von Siemens & Halske. (1859.) 133
20. Die Sinus-Tangenten-Boussole von Siemens & Halske. (1859.) 157
21. Patentbeschreibung einer neuen Schwärzvorrichtnng für Schreibtelegraphen mit Schwarzschrift. (1860.) 159
22. Beschreibung des unipolaren Relais von Siemens & Halske. (1860) . . 161
23. Morse-Apparat zu farbiger Schrift von Siemens & Halske. (1862.) . . . 164
24. Der grosse Volta-Induktor für die zweite Londoner Weltausstellung. (1862.) 169
25. Der magnet-elektrische Typen-Schnellschreiber von Siemens & Halske. (1862 u. 1864.) 172
26. Abgeänderte Konstruktion des Typenschnellschreibers von Siemens & Halske zum Betriebe durch Batterieströme. (1866.) 184
27. Die elektrische Telegraphie. (1866.) 189
28. Neuer Regulator für den Morse-Schreibapparat von Siemens & Halske. (1866.) 213
29. Die pneumatische Depeschenbeförderung zwischen der Central-Telegraphenstation in Berlin und dem Börsengebäude daselbst. (1866.) 217
30. Der elektrische Wasserstandszeiger von Siemens & Halske. (1866.) . . . 230
31. Ueber die Umwandlung von Arbeitskraft in elektrischen Strom ohne Anwendung permanenter Magnete. (1867.) 234
32. Dynamo-elektrischer Apparat von Siemens & Halske zum Minenzünden und anderen Zwecken, bei welchen nur ein kurzer, starker Strom erforderlich ist. (1867.) 237
33. Grosser dynamo-elektrischer Apparat von Siemens & Halske. (1867.) . . 242
34. Der Alkohol-Messapparat von Siemens & Halske. (1867.) 244
35. Promemoria, betreffend die direkte Indo-Europäische Telegraphenlinie. (1867.) 251
36. Das für die Indo-Europäische Linie bestimmte automatische Telegraphensystem. (1867.) 260
37. Das Universal-Galvanometer. (1868.) 276
38. Das Haarnadel-Galvanoskop von Siemens & Halske. (1868.) 286
39. Wechselstrom-Schlüssel mit Entladungs-Kontakt (Submarin-Schlüssel) für die Indo-Europäische Telegraphenlinie. (1868.) 290
40. Morse-Schreiber für Wechselströme mit Selbstauslösung und Uebertragungsvorrichtung für die Indo-Europäische Telegraphenlinie. (1868.) . . . 294
41. Distanzmesser mit sich kreuzenden Linealen und mit Spiegelablesung von Siemens & Halske. (1868.) 301
42. Vorschlag eines elektrischen Abstimmungstelegraphen. (1870.) 307
43. Zerstörung feindlicher Kriegsschiffe durch lenkbare Torpedos. (1870.) . . 310
44. Selbstthätige elektrische Steuerung für Torpedoboote. (1872, 1874.) . . . 313
45. Verbesserungen im Erzeugen und Anwenden magnet-elektrischer Ströme. (1872.) 317
46. Selbstregulirende elektrische Lampen von Siemens & Halske. (1873.) . . 321
47. Verbesserung automatischer Telegraphenapparate zum Senden und Empfangen von Morseschrift, Steinheilschrift oder Typendruck unter Anwendung von Strömen gleicher oder wechselnder Richtung. (1873.) 324
48. Verbesserte Methoden des Kabelsprechens. (1874.) 339
49. Elektrisches Licht. (1877.) 342
50. Der Russschreiber von Siemens & Halske. (1877.) 346

Seite
51. Das Selenphotometer. (1877.) . 349
52. Ueber Telephonie. (1878.) . 353
53. Ueber die elektrische Eisenbahn der Berliner Gewerbeausstellung. (1879.) 366
54. Die elektrische Beleuchtung der Kaisergalerie. (1879.) 370
55. Die Elektricität im Dienste des Lebens. (1879.) 374
56. Elektrischer Hammer. (1879.) . 388
57. Ueber die dynamo-elektrische Maschine und deren Verwendung zum Betriebe von elektrischen Eisenbahnen (1880.) 392
58. Ueber das Projekt einer elektrischen Eisenbahn. (1880.) 410
59. Ueber elektrotechnische Hülfsmittel gegen schlagende Wetter in Bergwerken. (1880.) . 420
60. Maschine zur Trennung magnetischer und unmagnetischer Erze. (1880.) 430
61. Elektrischer Pflug. (1880.) . 435
62. Der elektrische Aufzug. (1880.) 439
63. Die dynamo-elektrische Maschine. (1880.) 443
64. Elektricität gegen Feuersgefahr. (1881.) 454
65. Neuerungen an dynamo-elektrischen und elektro-dynamischen Maschinen. (1882.) . 464
66. Elektrischer Arbeitsmesser. (1882.) 468
67. Neuerung an Regulirungsvorrichtungen. (1882.) 471
68. Zur Geschichte der dynamo-elektrischen Maschine. (1882.) 476
69. Energie-Messer. (1883.) . 479
70. Ueber eine neue Methode der Wasserhebung. (1885.) 483
71. Neuerung bei der elektrolytischen Gewinnung von Kupfer und Zink. (1886.) 486
72. Das naturwissenschaftliche Zeitalter. (1886.) 491
73. Ueber die Möglichkeit der Darstellung von Nahrungsmitteln mittelst Elektricität. (1886.) . 500
74. Neuerungen in Vorrichtungen zur kontinuirlichen Messung der Schiffsgeschwindigkeit. (1886.) . 504
75. Ueber ein neues Anemometer. (1886.) 507
76. Neuerungen an Elektricitätszählern. (1886.) 511
77. Ueber Elektricitätsmesser für Stromlieferungsanlagen (1887.) 515
78. Apparat zum Messen und Summiren der in Gleich- oder Wechselströmen einen Leiter durchströmenden Energie. (1889.) 521
79. Ueber unterirdische Leitungen in elektrischen Anlagen. (1889.) 529
80. Neuerung bei der elektrolytischen Gewinnung von Kupfer und Zink. (1889.) 538
81. Neuerung an dem unter D. R. P. No. 50 623 geschützten Apparat zum Messen und Summiren der in Gleich- oder Wechselströmen einen Leiter durchströmenden Energie. (1890.) 542

Anhang.

1. Positive Vorschläge zu einem Patentgesetz. Denkschrift des Aeltesten-Kollegiums der Berliner Kaufmannschaft an den Königl. Preussischen Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. (1863.) . . 549
2. Denkschrift, betreffend die Nothwendigkeit eines Patentgesetzes für das Deutsche Reich. (1876.) . 561

Seite

3. Votum betreffend die Gründung eines Instituts für die experimentelle Förderung der exakten Naturforschung und der Präzisionstechnik. (1883.) 568
4. Ueber die Bedeutung und die Ziele einer zu begründenden physikalisch-technischen Reichsanstalt. (1884.) 576

Nachtrag zum ersten Bande.

1. Remarques sur la précipitation galvanique du nickel et du cobalt. (1846.) 581
2. Remarques sur le télégraphe automatique écrivant de M. Wheatstone. (1859.) 582
3. Aperiodische Magnete ohne Astasirung. (1873.). 584
4. Kapillar-Galvanoskop zu Widerstandsmessungen an submarinen Kabeln. (1874.) . 587
5. Ueber das allgemeine Windsystem der Erde. (1890.) 589
6. Zur Frage der Ursachen der atmosphärischen Ströme. (1891.) 599

Preussisches Patent auf ein Verfahren, Gold behufs der Vergoldung auf nassem Wege vermittelst des galvanischen Stromes aufzulösen.

29. März 1842.

Die Beschreibung des dem Seconde-Lieutenant Werner Siemens am 29. März 1842 für den Umfang des Preussischen Staates auf 5 Jahre ertheilten Patentes auf ein Verfahren, „Gold behufs der Vergoldung auf nassem Wege vermittelst des galvanischen Stromes aufzulösen“, ist in den Akten der früheren technischen Deputation nicht mehr aufzufinden. Das Patentgesuch enthielt die Beschreibung der galvanischen Vergoldung und Versilberung bei Anwendung bestimmter Gold- und Silbersalze, unter denen Gold- und Silbercyanüre und unterschwefligsaure Salze von Gold und Silber besonders erwähnt waren.

Das Patent wurde nur auf die Anwendung der unterschwefligsauren Gold- und Silbersalze ertheilt, da bereits ein englisches Patent von Elkington vorlag, welches die Cyanverbindungen beanspruchte.

Beschreibung des Differenz-Regulators der Gebrüder Werner und Wilhelm Siemens.

(Dingler's polyt. Journal Bd. 98, S. 81.)

1845.

Das Bedürfniss eines Regulators, der den Gang der Dampfmaschinen und Wasserwerke vollkommener zu regeln vermag, als es bisher möglich war, hat sich schon seit längerer Zeit fühlbar gemacht, wie die zahlreichen bekannt gewordenen Versuche, den bisher fast ausschliesslich angewendeten Centrifugal-Regulator zu verbessern oder die Regulirung auf andere Weise zu bewerkstelligen, beweisen. Die Praxis hat sich indess bisher für die Beibehaltung des Centrifugal-Regulators entschieden, da er die neueren Constructionen sowohl an Empfindlichkeit, wie auch grösstentheils an Einfachheit und Solidität übertrifft. Da unser auf ein neues Princip begründeter Regulator sich bereits mehrfach und mit überaus günstigem Erfolge bewährt hat, so stehen wir nicht länger an, ihn der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Wir benutzen ebenfalls das conische oder Centrifugal-Pendel zur Regulirung, doch in ganz anderer Weise, als es beim Centrifugal-Regulator geschieht. Bei diesem ist das Doppelpendel in seiner Drehung durchaus vom Gange der Maschine abhängig. Nimmt diese einen veränderten Gang an, und wird demzufolge auch der Regulator schneller oder langsamer gedreht, so nehmen die Pendel eine dieser veränderten Drehungsgeschwindigkeit entsprechende, grössere oder geringere Schwunghöhe ein und wirken durch diese veränderte Stellung moderirend auf den Gang der Maschine. Unser einfaches oder doppeltes conisches Pendel bewegt sich dagegen frei und ganz unabhängig vom Gange der Maschine in kleineren und daher mehr isochronen Umdrehungen.

Wird also durch irgend eine Ursache das bisherige normale Verhältniss zwischen Triebkraft und Belastung der Maschine geändert und beginnt dieselbe demgemäss einen schnelleren oder langsameren Gang,

so muss das freischwingende Pendel, welches seinen früheren Gang beibehält, entweder zurückbleiben oder voreilen. Von dieser eintretenden Verschiedenheit der von Maschine und Regulator in gleichen Zeiten zurückgelegten Wege, oder vielmehr von dem Unterschiede beider, ist bei unserem Regulator die Regulirung des Ganges der ersteren abhängig gemacht. Wir glauben ihn daher füglich Differenz-Regulator, zur Unterscheidung von dem durch die Centrifugalkraft wirkenden Centrifugal-Regulator, nennen zu können. Unsere auf das oben erwähnte allgemeine Princip sich gründenden Regulator-Constructionen sind jedoch wesentlich verschiedene in den mechanischen Mitteln, durch welche diese Differenz der in gleichen Zeiten von Maschine und Regulator zurückgelegten Wege in eine selbstständige Bewegung übertragen und hierdurch zur Regulirung der Triebkraft anwendbar gemacht wird. Um dies zu erreichen, muss die Drehungsgeschwindigkeit der Maschine mit der des Regulators in eine derartige mechanische Combination gebracht werden, dass die gleichen Geschwindigkeiten beider sich hinsichtlich der Erzeugung einer dritten Bewegung vollständig aufheben und die letztere, wenn sie eintritt, nur abhängig von der Bewegungsdifferenz der ersteren ist.

Wir erzielen dies im Allgemeinen auf drei verschiedene Weisen, und zwar:

1. durch eine Combination von Schraube und Mutter,
2. durch Verbindung eines Zahnrades mit einer in ihren Lagern verschiebbaren sogenannten Schraube ohne Ende, und
3. durch drei mit einander im Eingriff stehende Räder.

1. Durch Combination von Schraube und Mutter.

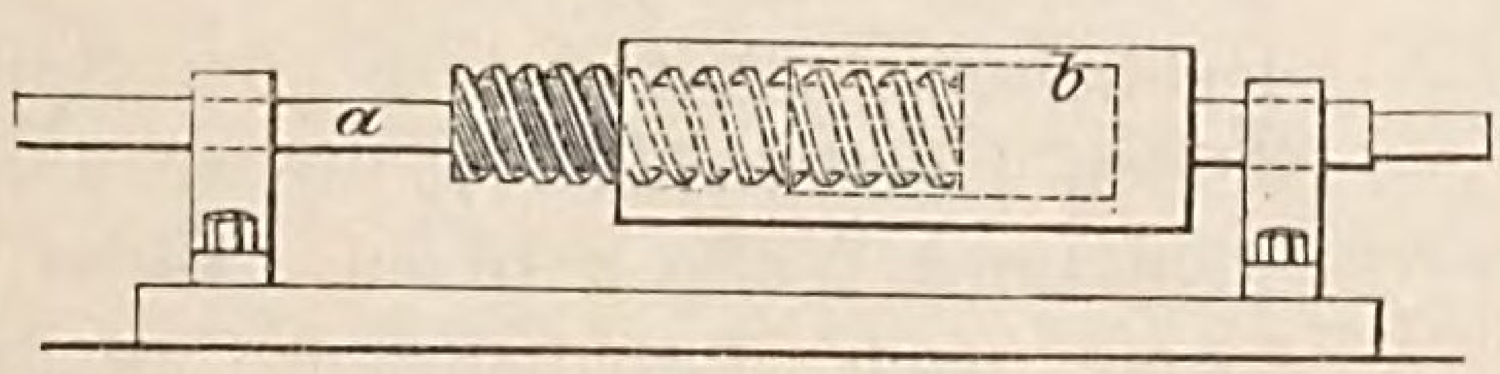


Fig. 1.

Die Maschine dreht eine Schraube *a* (Fig. 1), die sich in ihren Lagern beliebig verschieben lässt. Durch den Regulator wird die zugehörige Mutter *b* in gleichem Sinne und mit unveränderlicher Geschwindigkeit gedreht. Wenn der Gang der Maschine mit dem des Regulators vollkommen übereinstimmt, werden Schraube und Mutter in gleichen Zeiten gleich oft umgedreht. Eine Verschiebung der Schraube in ihren Lagern kann daher auch nicht stattfinden. Dieselbe wird aber sogleich eintreten, wenn die Maschine einen veränderten Gang beginnt und in Folge dessen eine Drehung der Schraube in der Mutter in dem einen oder anderen Sinne stattfindet, und so lange fortdauern, bis durch die von der Verschiebung der Schraubenwelle abhängig gemachte Ver-

mehrung oder Verminderung der Triebkraft die Verschiedenheit des Ganges der Maschine wieder vollständig beseitigt ist. Da jetzt Schraube und Mutter wieder gleichmässig gedreht werden, so bleiben sie in der Stellung zu einander, die sie in dem Augenblicke inne hatten, in welchem dies eintrat, und zwar so lange, bis eine neue Störung im Gange der Maschine eintritt.

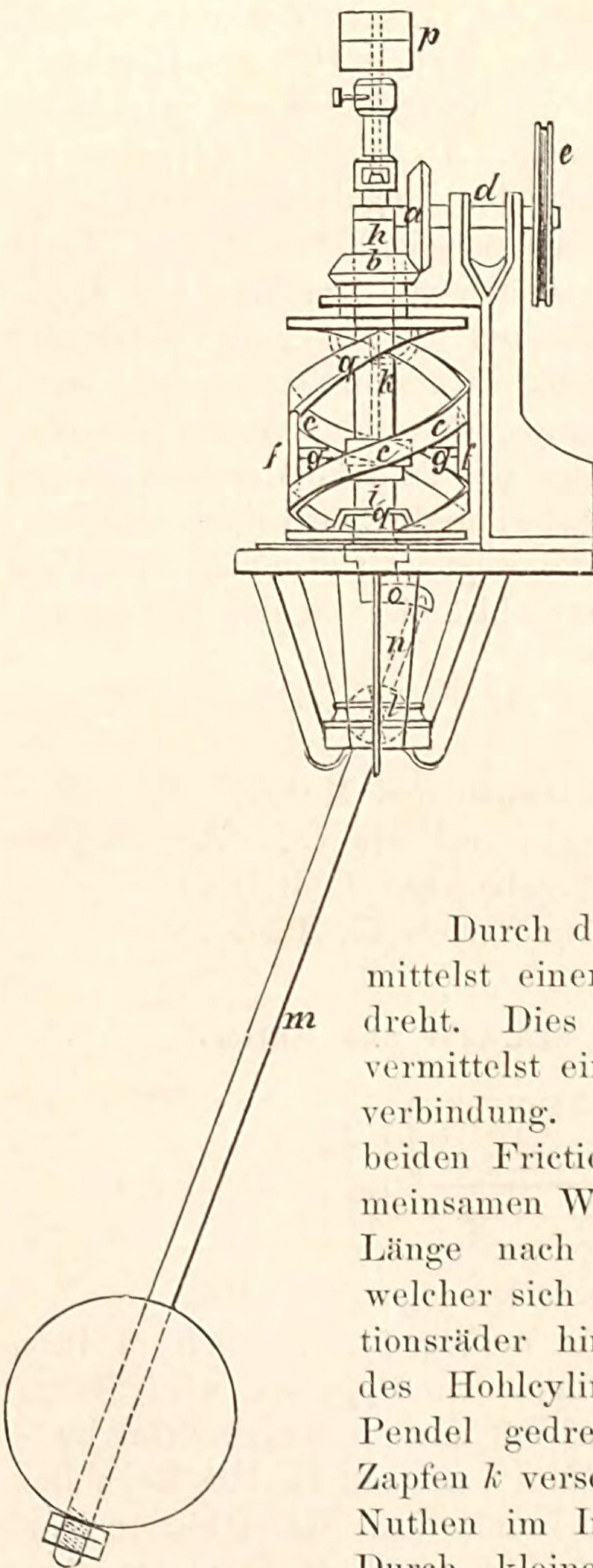


Fig. 2.

Um die bedeutende Reibung, die sich der Drehung der Schraube in der Mutter widersetzt, und gleichzeitig einen besonderen Mechanismus zu vermeiden, der erforderlich wäre, um das Pendel in Bewegung zu erhalten, ersetzen wir die Mutter durch eine schraubenförmig gewundene Doppelbahn und die Schraube durch eine senkrechte, in der Mitte der ersteren befindliche Welle mit horizontalen Armen, an denen zwei Frictionsräder sitzen, welche auf den erwähnten spiralförmig gewundenen Bahnen auf und nieder rollen. In Fig. 2 ist ein solcher Regulator dargestellt.

Durch die conischen Räder *a* und *b* werden mittelst einer Hülse die beiden Spiralen *c*, *c* gedreht. Dies geschieht durch die Maschine entweder vermittelst einer Schnurscheibe *e* oder einer Radverbindung. Auf den beiden Spiralen laufen die beiden Frictionsräder *f*, die an den Enden der gemeinsamen Welle *g* sitzen. Diese ist mit dem der Länge nach durchbohrten Cylinder *h* verbunden, welcher sich also hebt oder senkt, wenn die Frictionsräder hinauf- oder herabrollen. Im Inneren des Hohlcylinders befindet sich die durch das Pendel gedrehte Welle *i*. Dieselbe ist mit zwei Zapfen *k* versehen, die in zwei gegenüberstehende Nuthen im Inneren des Hohlcylinders eingreifen. Durch kleine Frictionsrollen, mit denen diese Zapfen versehen sind, wird die der Auf- und Niederbewegung des Hohlcylinders sich widersetzende Reibung möglichst vermindert. Hierdurch ist der Hohlcylinder in seiner Drehung abhängig von der Welle *i* und mithin vom Pendel geworden. Die Verbindung der beiden letzteren ist dadurch hergestellt, dass das conische, in einem

Kugelgelenk *l* aufgehängte Pendel *m* über den Aufhängepunkt hinaus verlängert ist. Die Spitze dieser Verlängerung *n* der Pendelstange beschreibt daher einen Kreis, wenn das Pendel in Bewegung ist. Sie greift in eine kreisförmig nach unten gekrümmte Nuth des am unteren Ende der Welle *i* befestigten Metallstückes *o*. Die Welle *i* ist dadurch in ihrer Drehung von der des Pendels abhängig geworden, ohne dass diesem die Freiheit genommen ist, in grösseren oder kleineren Kreisen zu schwingen.

Die Wechselwirkung des gesammten Mechanismus wird nun leicht verständlich sein. Durch das Gewicht des Hohlcylinders *h* werden die Frictionsräder niedergedrückt und erhalten dadurch das Bestreben, die Bahnen hinabzurollen. Da dies aber nur in dem Masse geschehen kann, wie das Pendel sich dreht, so erhält diese gleichmässige, nöthigenfalls durch Gewichte *p* zu verstärkende Kraft dasselbe in gleichmässiger Schwingung. Wenn die Maschine still stände und das Pendel allein in Bewegung gesetzt würde, so würden die Frictionsräder die ganze Länge der Spiralen hinabgerollt sein, wenn das Pendel $^2/_5$ Umdrehungen gemacht hätte. Träte nun plötzlich das umgekehrte Verhältniss ein, d. h. stände das Pendel still und ginge die Maschine mit der normalen Geschwindigkeit, so würden die Frictionsräder in derselben Zeit wieder hinaufrollen. Bewegen sich daher Maschine und Pendel gleichzeitig und in demselben Verhältnisse, so werden die Räder durch die erstere gerade um so viel gehoben, wie ihnen das letztere in demselben Zeitabschnitt zu fallen gestattet. Sie müssen daher da stehen bleiben, wo sie sich gerade befanden, als die Bewegung beider gleichförmig wurde. Begönne indess die Maschine z. B. jetzt aus irgend einer Ursache einen schnelleren Gang, so würden auch die Spiralen in demselben Verhältniss schneller gedreht. Die Frictionsräder müssten daher eine aufsteigende Bewegung beginnen. Wird nun durch die hiermit verbundene Aufwärtsbewegung des Hohlcylinders *h* die Triebkraft vermindert, z. B. die Dampfklappe geschlossen, so dauert diese Bewegung so lange fort, bis das Gleichgewicht zwischen Triebkraft und Belastung wieder vollkommen hergestellt ist und die Maschine wieder den normalen Gang angenommen hat.

Damit beim Anlassen der Maschine und bei ausserordentlichen Störungen im Gange derselben keine gewaltsame Einwirkung auf das Pendel stattfinden kann, wenn die Frictionsräder am oberen oder unteren Ende ihrer Bahn angekommen sind, so ist die Einrichtung getroffen, dass die an den Zapfen der Welle *i* sitzenden Frictionsrollen dann aus den Nuthen im Inneren des Hohlcylinders heraustreten. Dadurch wird die Verbindung zwischen diesem und der Welle *i* gelöst und beide können sich nun unabhängig von einander umdrehen. Ist die abnorme Bewegungsgeschwindigkeit der Maschine durch die mit dieser Stellung der Frictionsräder verbundene gänzliche Schliessung oder Oeffnung der

Dampfklappe beseitigt, so treten die Frictionsrollen in das nächste Paar der im Hohlcylinder befindlichen Nuthen zurück. Dies wird durch das eigene Gewicht des letzteren bewirkt, wenn er seinen höchsten, durch eine Feder *q* dagegen, wenn er seinen tiefsten Standpunkt einnahm. Damit man nicht nöthig hat, das Pendel beim Anlassen der Maschine mit der Hand in Schwingung zu bringen, ist die Nuth im Metallstück *o* nur so lang gemacht, dass das Pendel, wenn es in Ruhe ist, noch um einige Grade von der Normale abweicht. Die Schwunghöhe des Pendels lässt sich durch die Gewichte *p* beliebig feststellen, da mit ihr auch der Reibungs- und Luftwiderstand wächst, die das Pendel bewegende Kraft aber ungeändert bleibt. Die Schwunghöhe muss daher auch immer auf ihr normales Mass zurückkehren, wenn sie dadurch etwas vermehrt oder vermindert ist, dass vom Regulator eine vorübergehende Kraftäusserung gefordert wurde.

2. Durch Verbindung von Zahnrad und Schraube ohne Ende.

Die in ihren Lagern *c* und *d* (Fig. 3) verschiebbare Schraube *a* wird mittelst einer Schnur oder Radverbindung durch die Maschine gedreht. Sie greift in das kleine Zahnrad *b*, welches vom Pendel gedreht wird. Das letztere kann entweder ein einfaches Pendel, wie in Fig. 2, oder ein doppeltes, wie hier angenommen ist, sein. Bei normalem Gange der Maschine muss die Schraube so schnell gedreht werden, dass sie das Rad *b*, wenn es lose wäre, in derselben Zeit einmal umdrehen würde, in welcher das Pendel einen Umschwung macht. Sie wird sich dann, wenn *b* mit dem Pendel verbunden ist, eben so schnell an dem Rade nach *c* hinschrauben, als dasselbe sie nach *d* hinschieben würde, wenn sie sich nicht drehte. Sie muss daher bei diesem normalen Gange der Maschine ihre Stellung unverändert beibehalten. Ein Gewicht *e* sucht sie stets nach *d* hinzuschieben. Dem widersetzt sich der Eingriff in die Zähne des Rades *b*, durch welches diese Kraft auf das Pendel übertragen und dieses also in Bewegung erhalten wird. Aendert die Maschine ihren normalen Gang und wird die Schraube mithin schneller oder langsamer gedreht, so muss sie sich so lange in dem einen oder anderen Sinne fortschieben, bis durch die dadurch veränderte Stellung der Dampfklappe jede Bewegungsverschiedenheit wieder aufgehoben und der Gang der Maschine also wieder vollständig regulirt ist.

Da bei einem Doppelpendel keine merkbar grössere Kraft erforderlich ist, um es in grösseren Schwingungen zu erhalten, so ist, um die Grösse derselben möglichst constant zu machen, eine Vorrichtung erforderlich, durch welche ein mit der Schwunghöhe wachsender Widerstand gegen die Drehung erzeugt wird. Dies wird hier dadurch erreicht, dass der vom Pendel gedrehte, mit Leder bekleidete Kegel *f*

durch eine mit der Schwunghöhe wachsende Kraft in den feststehenden Hohlkegel g gedrückt wird. Der Kegel f ist auf der Pendelwelle verschiebbar, und sein Drukc gegen den Hohlkegel und mithin auch der

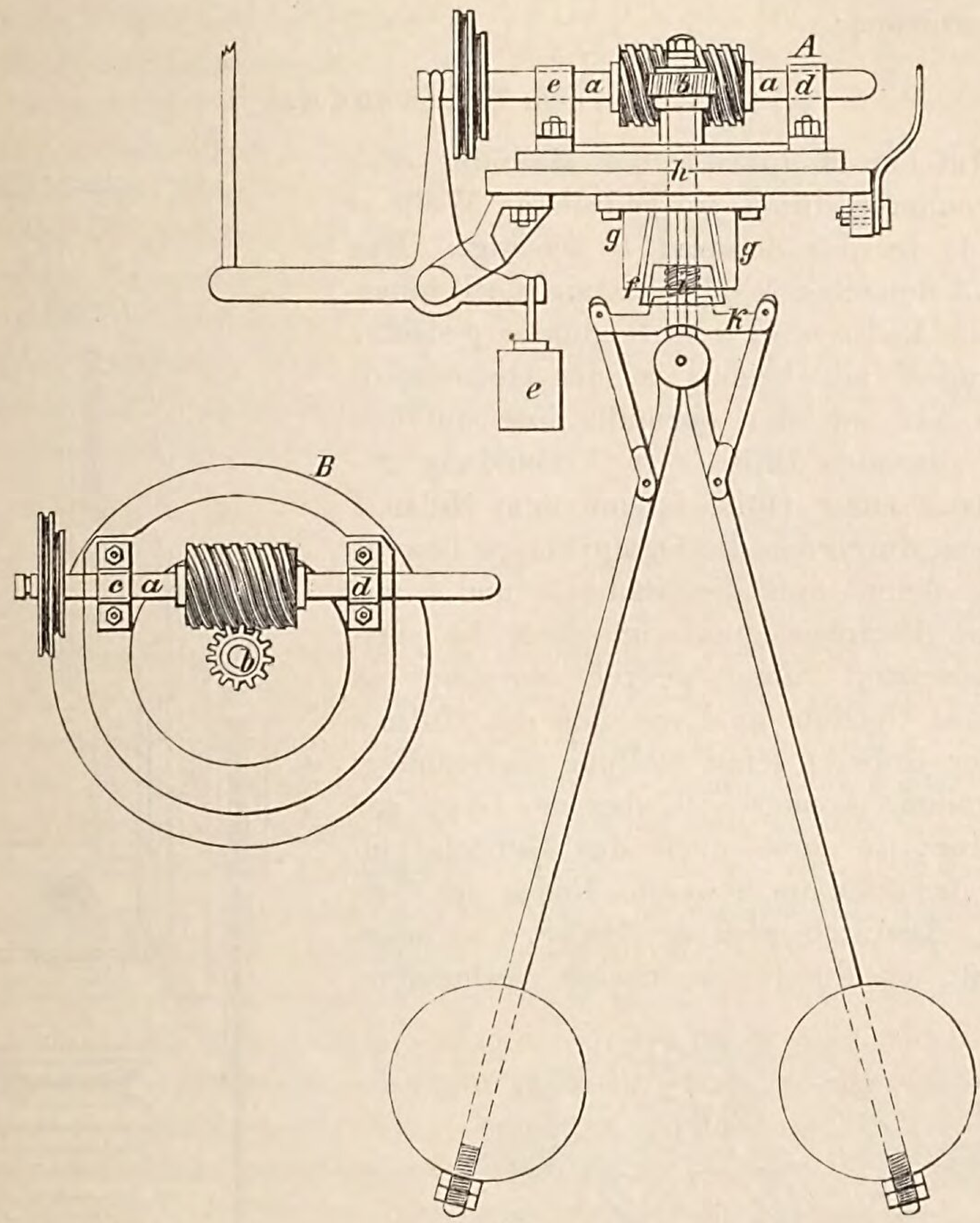


Fig. 3.

Reibungswiderstand von der Zusammendrückung der Feder i durch das Metallstück h abhängig. Der Reibungswiderstand wächst daher mit der Schwunghöhe.

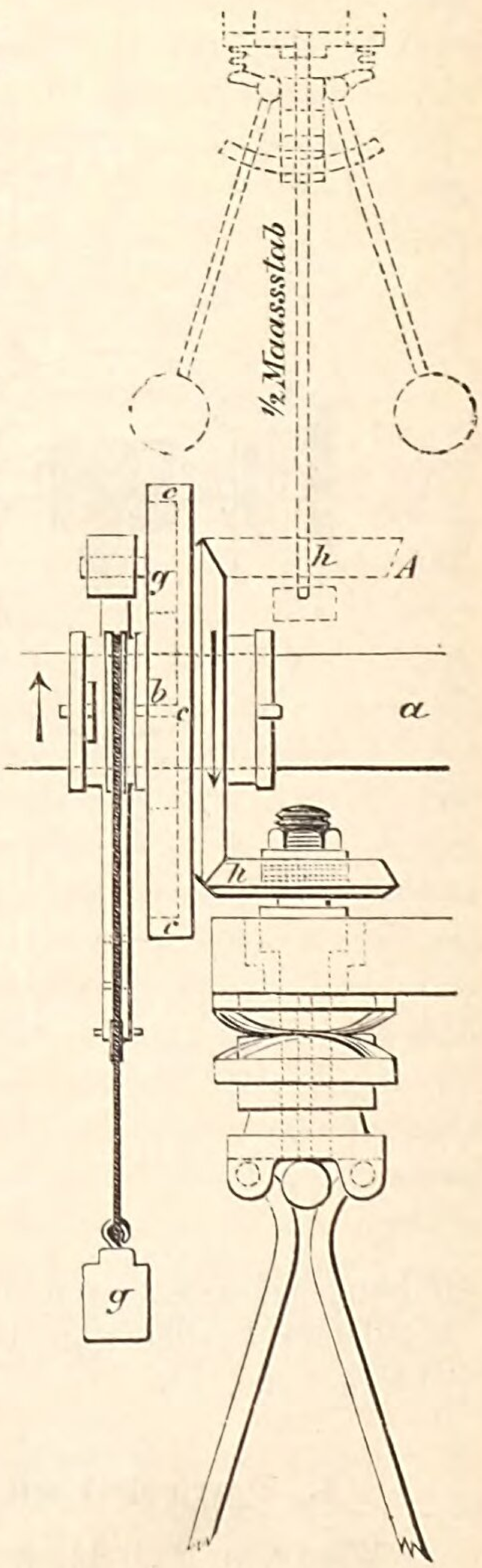
3. Durch drei mit einander im Eingriff stehende Räder.

Wird ein Rad durch die Maschine, ein anderes durch den Regulator im entgegengesetzten Sinne und mit derselben Peripheriegeschwindigkeit gedreht, so wird ein drittes, mit beiden im Eingriff stehendes, von ihnen gleichmässig um seine Axe gedreht, ohne dass ihm ein Be-

streben ertheilt wird, im Sinne der Bewegung des einen der Räder sich fortzuschieben. Sowie aber eine Bewegungsverschiedenheit eintritt, muss auch das Verbindungsrad seine Stelle verlassen und im Sinne der Bewegung des schneller gedrehten Rades mit fortrollen. Dies lässt sich erreichen:

A. Durch Stirnräder.

Auf der Hauptwelle der Maschine oder einer anderen durch sie gedrehten Welle *a* (Fig. 4) ist das Zahnrad *b* befestigt. Das lose auf derselben Welle sitzende, nach innen gezahnte Rad *c* wird vom Regulator gedreht. Im Eingriff mit beiden ist das Getriebe *d*, dessen Axe mit der ebenfalls lose auf der Welle sitzenden Hülse *e* in Verbindung gesetzt ist. Diese Hülse ist mit dem Hebel *f* versehen, durch den die Dampfklappe bewegt wird. Wenn nun die Räder *b* und *c* mit gleicher Peripheriegeschwindigkeit im entgegengesetzten Sinne gedreht werden, so muss das Getriebe und mit ihm die Hülse *e* und der Hebel *f* seine Stellung unverändert beibehalten. Aendert sich aber der Gang der Maschine, so muss auch das Getriebe im Sinne des schneller bewegten Rades mit fortrollen. Dadurch wird die Hülse *e* so lange gedreht, bis durch die hiermit verbundene



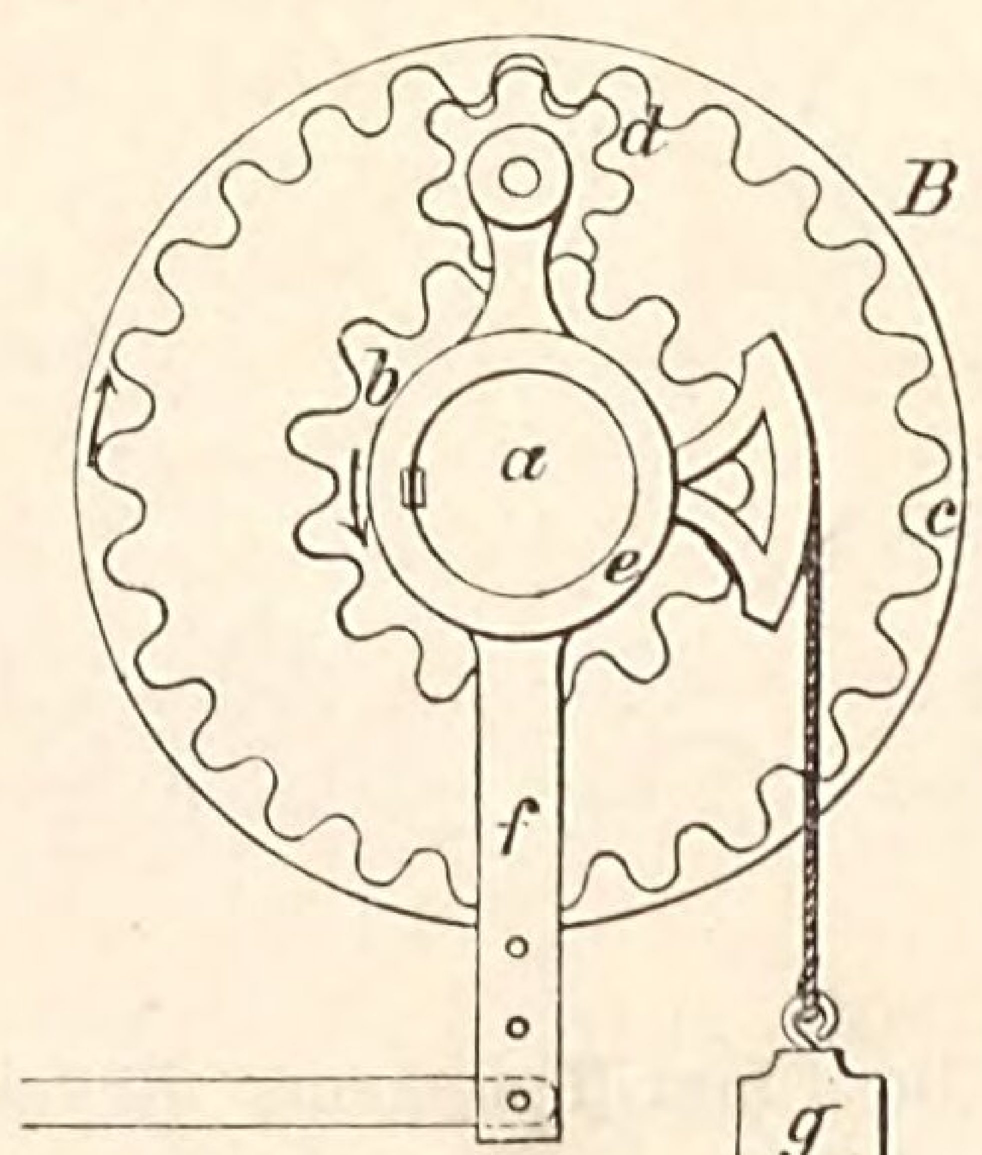


Fig. 4.

Bewegung des Hebels *f* das gestörte Gleichgewicht zwischen Triebkraft und Belastung wieder vollkommen hergestellt ist. Das Gewicht *g* sucht

die Hülse *e* stets im Sinne des durch das Pendel gedrehten Rades zu drehen. Durch die Zähne des Getriebes wird diese Kraft auf die Räder *b* und *c* übertragen und hierdurch das Pendel in Bewegung erhalten. Damit beim Angehen und Anhalten der Maschine keine gewaltsame Einwirkung auf das Doppelpendel, welches hier mit einer der oben beschriebenen ähnlichen Reibungsvorrichtung versehen ist, stattfinden kann, ist das conische Rad *h* durch Friction mit der Pendelwelle verbunden.

B. Durch conische Räder.

Zwei auf derselben Welle einander gegenüberstehende Räder *a* und *b* (Fig. 5) werden, das erstere von der Maschine, das andere vom Pendel, in entgegengesetzter Richtung und mit gleicher Geschwindigkeit gedreht. In beide greift das conische Rad *c*, welches mit der losen Hülse *d* und dem daran sitzenden Hebel *e* verbunden ist. Durch ein irgendwie angebrachtes Gewicht wird der Hebel *e* stets zurückgezogen und dadurch das Pendel in Bewegung erhalten.

Bei der hier gewählten Anordnung wird die Pendelwelle *f* mit dem conischen Rade *a* auf gewöhnliche Weise durch die Maschine gedreht. Das Doppelpendel hängt an der Hülse *g*, an welcher auch das conische Rad *b* befestigt ist. Das Pendel dreht sich daher im entgegengesetzten Sinne wie die Pendelwelle. Um dem Pendel eine möglichst constante Schwung-

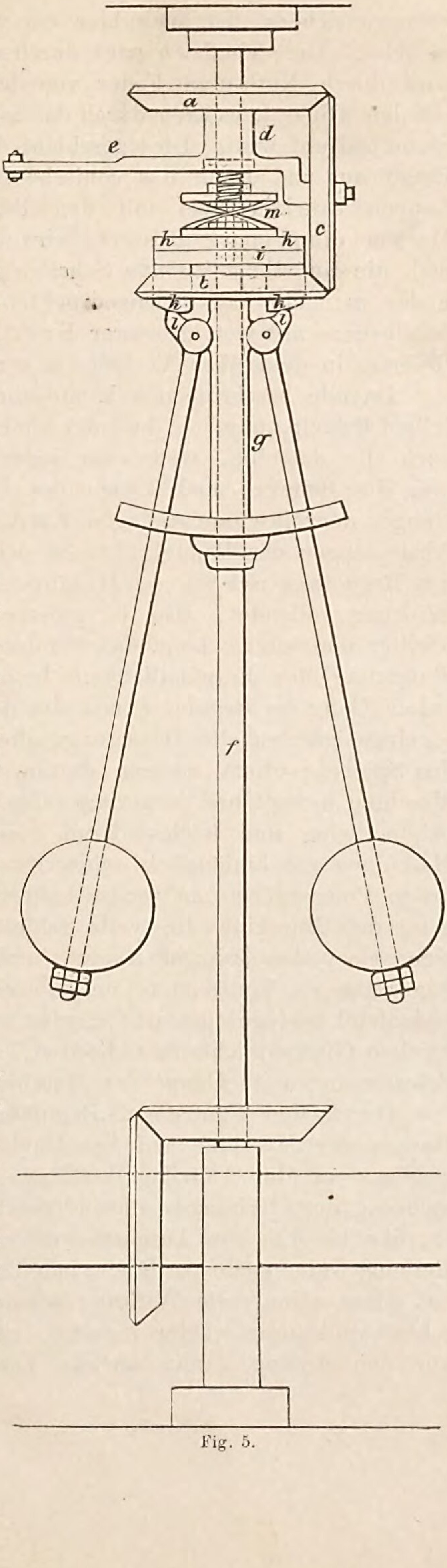


Fig. 5.

höhe zu sichern, ist auch hier ein veränderlicher Reibungswiderstand gebildet. Die Scheibe *h* wird durch eine Feder *m* niedergedrückt. Sie wird durch Nuth und Feder von der Pendelwelle gedreht und liegt auf dem Ringe *i*, welcher durch das conische Rad *b* im entgegengesetzten Sinne gedreht wird. Dies geschieht durch zwei Lappen *k*, welche vom Ringe aus und durch das conische Rad hindurchgehen. Gegen diese Lappen drücken zwei mit den Pendelstangen verbundene Nasen *l*. Machen die Pendel grössere Schwingungen, so werden der Ring *i* und die auf ihm liegende Scheibe gehoben und hierdurch wird die Feder *m* mehr zusammengedrückt. Scheibe und Ring werden jetzt durch diese mit weit grösserer Kraft gegen einander gepresst und die Reibung in demselben Verhältniss vermehrt. —

Da alle beschriebenen Modificationen unseres Regulators auf demselben Princip, nämlich dem der Differenzbewegung beruhen, so leisten auch alle dasselbe, wenn nur jeder todte Gang möglichst vermieden und die Schwere und Länge des Pendels der zur Regulirung des Ganges der Maschine nöthigen Kraft entsprechend gemacht wird. Die Abmessungen des Pendels müssen sich ferner nach der Empfindlichkeit des Regulators richten. — Je kürzer die Zeit ist, in welcher er seine Wirkung vollendet, also je grösser seine Empfindlichkeit ist, desto leichter und kürzer kann das Pendel gemacht werden. Doch wird die Steigerung der Empfindlichkeit begrenzt durch den unvermeidlichen todten Gang im Regulator und die der Maschine eigenthümlichen Unregelmässigkeiten der Bewegung, die keinen zu grossen Einfluss auf das Spiel desselben äussern dürfen. Je gleichförmiger sich also die Maschine bewegt und je geringer der todte Gang im Regulator ist, desto empfindlicher und leichter kann dieser construirt werden. Bei guten Maschinen mit hinlänglich schwerem Schwungrade erscheint eine derartige Construction am vortheilhaftesten, dass $^1/_{15}$ bis selbst $^1/_{30}$ Umgang der Maschine die volle Schliessung der Dampfklappe bewirkt, wenn sie vorher ganz offen war, und das Pendel in Ruhe ist. Unter ungünstigeren Umständen muss die Empfindlichkeit des Regulators bedeutend geringer gemacht werden, doch darf man auch hierin eine gewisse Grenze nicht überschreiten, weil sonst nothwendig periodische Schwankungen im Gange der Maschine eintreten müssen.

Durch den Centrifugal-Regulator wird eine Beschleunigung des Ganges der Maschine um $^1/_{20}$ Umdrehung noch gar nicht einmal angezeigt, weil die Centrifugalkraft der Kugeln durch diese geringe Vermehrung der Drehungsgeschwindigkeit noch nicht um soviel gewachsen ist, dass sie die dem Auseinanderfliegen derselben sich widersetzenden Reibungswiderstände zu überwinden vermag. Der Differenz-Regulator hat daher seine volle Wirkung schon gethan und den Gang der Maschine vollständig wieder regulirt, ehe der Centrifugal-Regulator auch nur den Anfang damit macht. Die Erfahrung bestätigte dies voll-

ständig bei einer Maschine, die gleichzeitig mit einem Differenz- und einem Centrifugal-Regulator versehen war. Der letztere kam dabei, auch bei den grösstmöglichen Belastungs-Veränderungen, nie aus seiner Ruhe. Zwischen der Leistung beider Regulatoren findet aber noch der bedeutende Unterschied statt, dass ein Centrifugal-Regulator die entstehende Bewegungs-Verschiedenheit der Maschine nur vermindern, nicht aber vollständig aufheben kann, der Differenz-Regulator dagegen sie zwingt, vollständig den vorgeschriebenen Gang wieder anzunehmen. Da dies gleich in den ersten Momenten der eintretenden Geschwindigkeits-Veränderung geschieht, so wird auch die nothwendig eintretende Uebergangsschwankung im Gange der Maschine unmerkbar gering und die Rückschwankung, die der Theorie nach auch beim Differenz-Regulator eintreten muss, so klein, dass sie auch an ihm selbst nicht mehr wahrnehmbar ist, indem sie noch innerhalb der Grenzen des unvermeidlichen todten Ganges liegt.

Durch unseren Regulator kann man ferner auch bedeutende Widerstände überwinden, wenn dies nur möglichst schnell geschieht und das einfache oder Doppelpendel lang und schwer genug ist. Er eignet sich daher auch zur Regulirung des Ganges der Wasserwerke und selbst Windmühlen.

Wir verwenden in der Regel in den Fällen, wo eine einigermassen beträchtliche Kraft erforderlich ist, wie z. B., wenn die Regulirung der Dampfmaschine durch Veränderung der Expansionszeit der Dämpfe bewirkt werden soll, ein Doppelpendel mit veränderlicher Friction, in denen aber, wo die Kraft nur sehr gering, also z. B. nur eine leicht drehbare Dampfklappe zu bewegen ist, ein einfaches, in einem Kugelgelenk schwingendes Pendel. Bei diesem findet, wie die Erfahrung uns gelehrt hat, durchaus keine in Betracht kommende Abnutzung im Kugelgelenk statt, wenn es nur hinlänglich vor Staub geschützt ist. Bei einem Regulator, der ein halbes Jahr lang in stetem Gange war, hatte sich die Messingkugel noch nicht einmal vollständig in ihrem gusseisernen Lager eingeschliffen, sondern nur an einigen Stellen polirt. Beim Doppelpendel muss die dem Auseinanderfliegen der Kugeln sich widersetzende Reibung möglichst vermindert werden, weil andernfalls der mittlere Gang der Maschine nicht absolut constant bleibt. — Die Frage, welche der verschiedenen Variationen dieses Regulators die zweckmässigste ist, kann wohl nicht allgemein beantwortet werden. Dem Maschinenbauer wird gerade diese grosse Mannigfaltigkeit in seiner Form erwünscht sein, da sie ihm gestattet, bei der Construction der Maschine frei über den vorhandenen Raum zu verfügen und den Regulator dahin zu bringen, wo er am bequemsten Platz findet.

Patentgesuch auf eine neue Art elektrischer Telegraphen und eine damit verbundene Vorrichtung zum Druck der Depeschen.

1. Mai 1847.

Alle jetzt gebräuchlichen elektrischen Telegraphen beruhen auf der dynamischen Wirkung des galvanischen Stromes, und die Zeichenmittheilung wird durch bestimmte Reihen von kurzen, mehr oder weniger schnell auf einander folgenden Strömungen bewirkt. In der Anwendung der elektromagnetischen Kraft des Schliessungsdrahtes der Voltaischen Säule, deren man sich der intensiveren Wirkung wegen jetzt fast ausschliesslich bedient, weichen die bisher bekannten telegraphischen Apparate zwar wesentlich von einander ab, bei allen aber ist die Zeitfolge der Herstellungen und Unterbrechungen des wirksamen Stromes willkürlich und wird entweder durch eine Handbewegung oder durch ein besonderes, durch ein Gewicht oder eine Feder getriebenes Uhrwerk bewirkt. Der dynamische Effekt des Stromes ist aber abhängig von seiner Stärke, von ihr muss daher auch die Geschwindigkeit, in welcher die Unterbrechungen und Herstellungen desselben einander folgen, abhängen, wenn die Geschwindigkeit der Zeichenmittheilung möglichst gross sein soll und man dabei nicht Gefahr laufen will, die Grenze der Zeitdauer, welche zur Ausführung der verlangten Bewegung erforderlich ist, zu überschreiten und dadurch den gleichmässigen Fortgang der eingeschalteten Apparate zu stören. Bei den in neuerer Zeit fast ausschliesslich angewendeten elektromagnetischen Telegraphen sind aber noch andere und beträchtlichere Uebelstände mit diesem unabhängigen oder willkürlichen Stromwechsel verbunden, deren Vorhandensein denselben bisher einen gewissen Grad von Unsicherheit liess. In dem weichen Eisenkern der Elektromagnete wird

nämlich der Magnetismus nur allmählich und erst nach einer ziemlich beträchtlichen Zeit vollständig entwickelt. Noch beträchtlicher ist die zum Verschwinden des Magnetismus erforderliche Zeit nach der Stromunterbrechung. Wollte man nun die vollständige Entwickelung des Magnetismus immer abwarten, so würde der Fortgang der Apparate zu langsam stattfinden. Lässt man aber die Unterbrechungen schneller auf einander folgen, so ist die Gefahr des Ueberspringens einzelner Zeichen ersichtlich noch viel beträchtlicher, wenn Geschwindigkeit des Stromwechsels und Stromstärke nicht stets konstant sind, was bekanntlich Beides nicht zu erreichen ist. Diese Uebelstände werden dadurch noch erheblich vermehrt, dass ein bedeutender Theil der magnetischen Anziehungskraft des Eisenkerns auch nach der dauernden Unterbrechung des Stromes zurückbleibt, ein Theil, dessen Grösse dem Maximo der vorhanden gewesenen Anziehungskraft annähernd proportional ist. Diese zurückbleibende Anziehungskraft kann daher bei vermehrter Stromstärke oder längerer Dauer der Einwirkung des Stromes leicht so beträchtlich werden, dass der Anker gar nicht mehr abfällt, der Fortgang eines oder aller eingeschalteten Apparate mithin gänzlich aufhört.

Es ist mir gelungen, diese Uebelstände der elektromagnetischen Telegraphen dadurch vollständig zu beseitigen, dass ich die Unterbrechung und Herstellung des Stromes durch die Apparate selbst ausführen liess, die Schnelligkeit des Wechsels mithin von der Stromstärke und der Grösse des zu überwindenden Widerstandes allein abhängig machte. Es geschieht dies — wie bei den Dampfmaschinen mit springendem Schieber — dadurch, dass ein beweglicher Hebel oder Schieber in den letzten Momenten der Bewegung des oscillirenden Theils der Apparate verschoben und dadurch der schliessende Kontakt des Leitungsdrahtes alternirend hergestellt und unterbrochen wird. Sind nun zwei oder mehrere derartige Apparate in denselben Leitungskreis eingeschaltet, so kann der Strom nicht eher cirkuliren, als bis beide oder alle Schieber den Kontakt hergestellt haben. Sollten die Apparate mithin auch einzeln in verschiedener Geschwindigkeit gehen, so müssen sie sich doch gleichmässig fortbewegen, wenn sie in denselben Schliessungskreis eingeschaltet sind, da die schneller gehenden vor jedem neuen Hube die Herstellung des Kontakts durch den Schieber des am langsamsten gehenden Apparates abwarten müssen, der Beginn aller neuen Hübe mithin stets bei allen zusammenfällt. Da nun hierbei jeder Apparat den Strom in dem Augenblicke unterbricht, in welchem der Magnetismus seiner Elektromagnete die ihm auferlegte Arbeit ausgeführt hat, so kann dieser nie über diesen Punkt hinaus anwachsen, wie es bei der willkürlichen Unterbrechung geschieht, wenn sie zu langsam stattfindet. Es kann mithin auch bei der grössten Verschiedenheit der Intensität der benutzten Ströme keine Gefahr der Störung des gleichmässigen Fortganges der Apparate eintreten, wenn

nur die Intensität gross genug ist, um sie überhaupt fortzubewegen. Dies wird auch durch die Praxis vollständig bestätigt, da die ersten beiden Telegraphen mit selbstthätiger Stromunterbrechung, welche ich durch die Mechaniker Boettcher und Halske habe ausführen lassen, eine plötzliche Vermehrung der ursprünglichen Stromstärke um das Sechsfache vertragen, ohne dass ihr gleichmässiger Fortgang gestört wird. Diese selbstthätige Stromregulirung, welche ich als meine Erfindung betrachte, insoweit sie bei oscillirenden elektromagnetischen Apparaten und namentlich bei elektrischen Telegraphen in Anwendung kommt und durch ein verschiebbares Metallstück bewirkt wird, ist der verschiedenartigsten Anordnung und Anwendung fähig und lässt sich bei allen bisherigen Systemen von Zeiger- und Drucktelegraphen anstatt der bei ihnen benutzten Stromunterbrecher anwenden.

In den folgenden Figuren ist beispielsweise ein Drucktelegraph dargestellt, welcher in doppelter Grösse der Fig. 7—9 ausgeführt und bereits in Thätigkeit ist.

Fig. 6 zeigt die Diagonalansicht des ganzen Apparates ohne die Tischplatte, in welche der untere Theil eingelassen ist;

Fig. 7 den Aufriss mit Weglassung des den oberen Theil umgebenden Ringes und der Tischplatte;

Fig. 8 den Grundriss mit Weglassung der oberen Platte, sowie des Zifferblattes und der Tasten;

Fig. 9 einen senkrechten Durchschnitt nach der Linie *CD* des Grundrisses und *AB* des Aufrisses;

Fig. 10 eine Specialzeichnung der rotirenden Welle mit den an ihr befestigten Theilen.

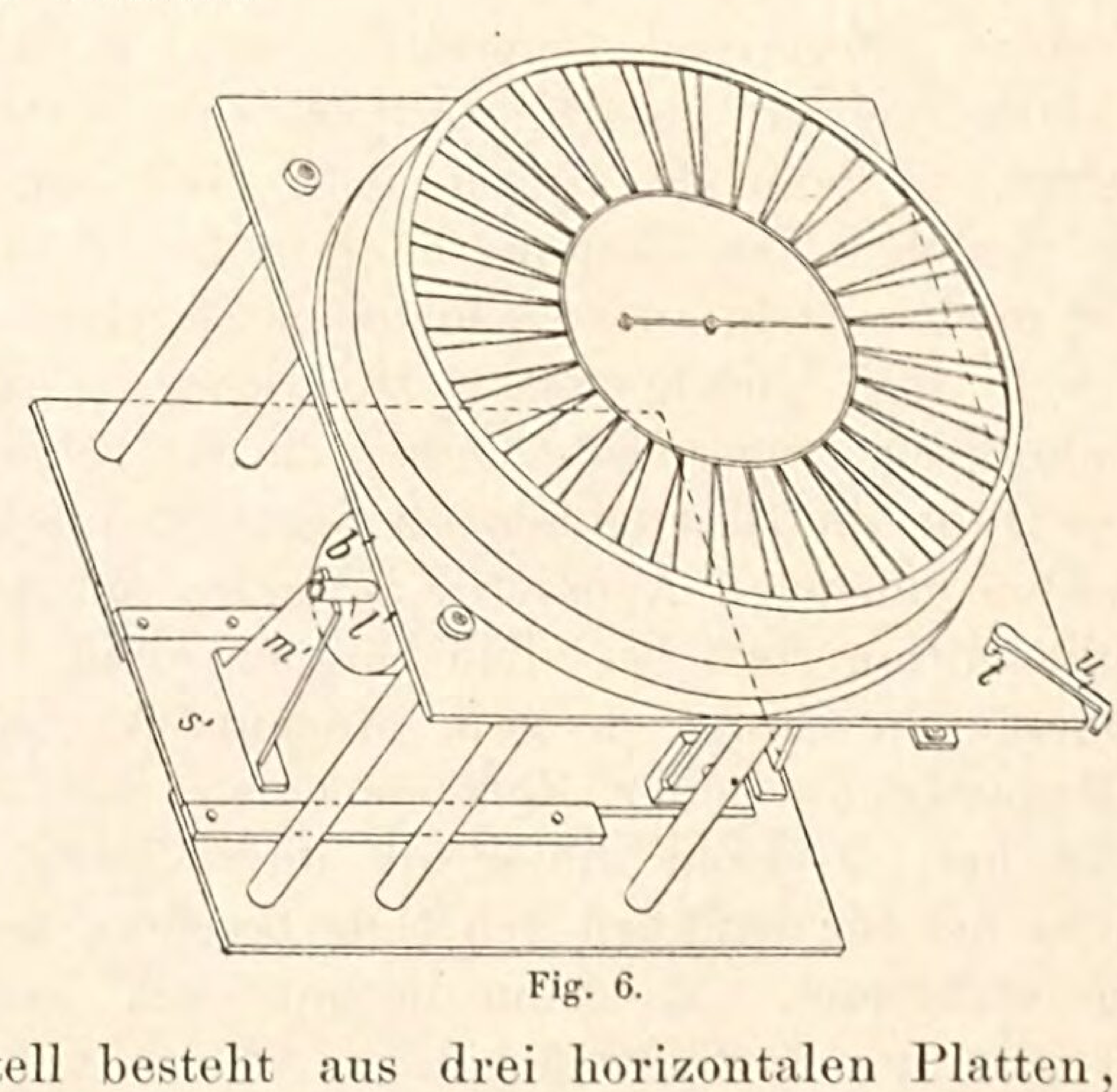


Fig. 6.

Das Gestell besteht aus drei horizontalen Platten, welche durch Säulen mit einander verbunden sind. Auf der oberen Platte liegen,

im Kreise gleichmässig vertheilt, 30 Tasten (Fig. 6), Klaviertasten ähnlich, welche mit Buchstaben oder Zahlen beschrieben sind. Sie umgeben das Zifferblatt, über welchem ein Zeiger unter einer starken Glasplatte sich dreht. In Fig. 9 ist die obere Platte mit den auf ihr liegenden Tasten central durchschnitten. Jede Taste besteht aus einem mit Holz und Elfenbein bekleideten Metallstück *a*, welches auf dem Kopfe eines Stiftes *b* liegt. Diese Stifte gehen durch 30, in die obere Platte in gleichem Abstande von einander und vom Mittelpunkte gebohrte Löcher und sind in denselben verschiebbar. Durch eine Feder *c* wird jeder Stift, und mit ihm die auf ihm liegende Taste, gehoben, wenn kein Fingerdruck auf dieser lastet. Durch die Mitte der oberen runden Platte führt eine senkrechte Welle *d*. Diese trägt an ihrem oberen Ende den schon erwähnten Zeiger, ferner dicht unter der Platte einen Arm *e*, dessen nach oben gekrümmtes, schräg abgeschnittenes Ende nahe unter den ebenfalls schräg abgeschnittenen Stiften vorbeigeht. Wird eine Taste niedergedrückt, so tritt der zugehörige Stift so weit unter der oberen Platte hervor, dass das Ende des Armes gegen ihn stösst und die weitere Drehung der Welle dadurch verhindert wird. Auf der Welle *d*, die ihr unteres Lager in der mittleren horizontalen Platte hat, sitzt ferner das Rad *f*. Dieses hat 30 Zähne und ist so geschnitten, dass es im Grundriss (Fig. 8) ein Sperrad und in der Seitenansicht (Fig. 10 auf S. 18) ein Kronrad mit aufrecht stehenden, schmalen Zähnen ist. Die Fortbewegung des Rades mit der Welle wird durch die oscillirende Bewegung des horizontalen Hebels *g* bewirkt, an dessen Ende eine Feder *h* befestigt ist, welche am Ende einen Haken bildet, der in die Zähne des Gangrades *f* eingreift. Dieser Hebel sitzt auf der Welle eines drehbaren Hufeisenmagneten *i* (Fig. 7, 8), dessen kurze, nicht umwundene Schenkel von den Schenkeln eines zweiten ganz gleichen aber feststehenden Elektromagneten *k* angezogen werden, wenn der beide Magnete umkreisende Umwindungsdraht von einem elektrischen Strome durchflossen wird. Die Umwindungen des drehbaren Magneten *i* laufen um eine aufgeschnittene Messinghülse, welche feststeht und den Eisenkern nahe, jedoch ohne ihn zu berühren, umgiebt. Dies gewährt den Vortheil, dass die Masse des Umwindungsdrahtes nicht mit bewegt, das Trägheitsmoment des oscillirenden Magneten mithin beträchtlich vermindert wird. Die am Hebel *g* wirkende Spiralfeder *l* wirkt der gegenseitigen Anziehung der Magnete entgegen, dreht den Magnet *i* mit dem Hebel *g* daher zurück, wenn der Strom, welcher eine Bewegung im entgegengesetzten Sinne bewirkte, unterbrochen wird. Diese hin- und zurückgehende Bewegung des Hebels *g* wird begrenzt und gleichzeitig hervorgerufen durch den Anschlag desselben an die beiden Steine *m* und *n*. Diese sitzen auf dem einen kurzen Schenkel eines Winkelhebels *o*, welcher um einen senkrechten Zapfen drehbar ist. Seine Drehung wird aber auf ein sehr geringes

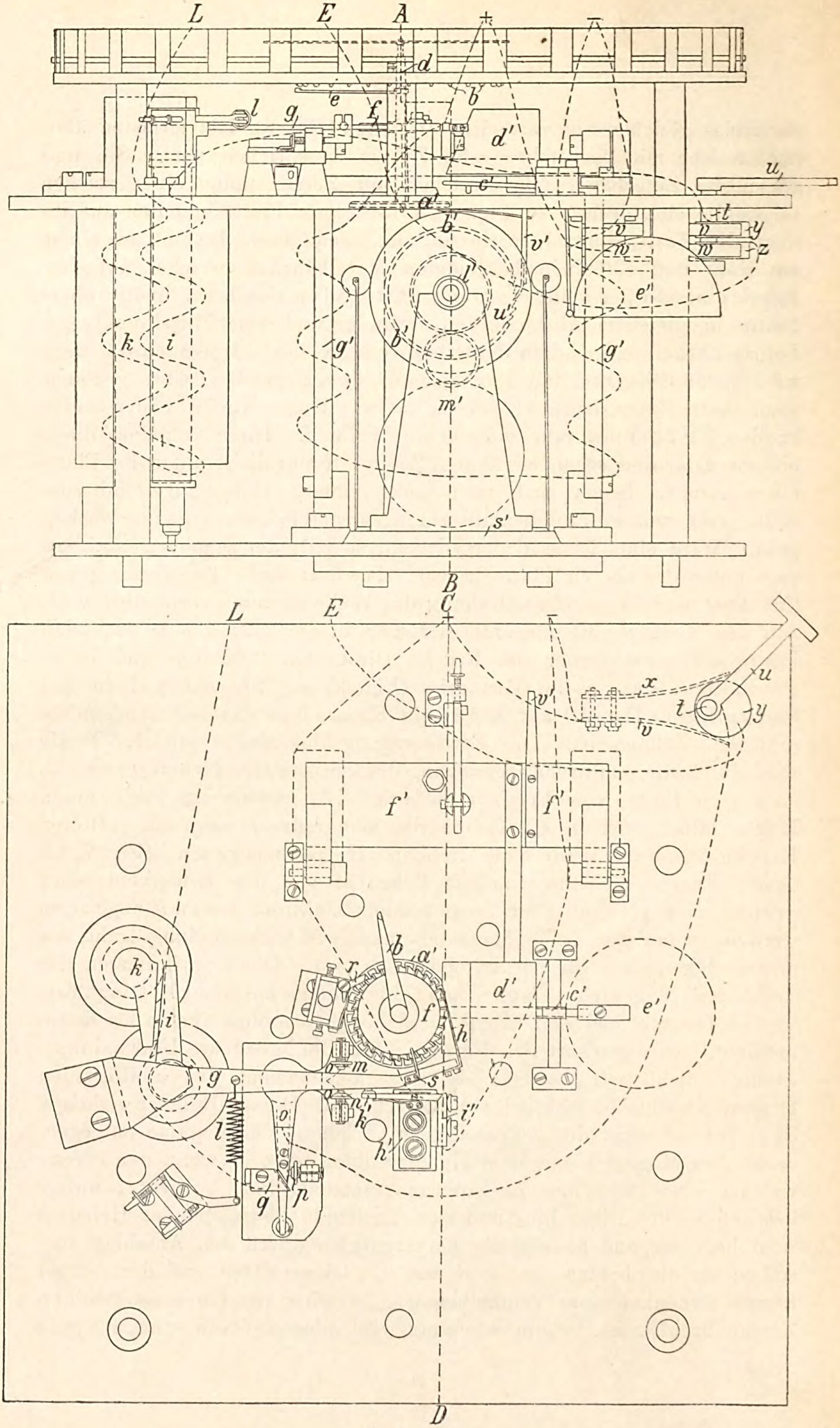


Fig. 7 u. 8.

Maass beschränkt durch einen ähnlichen feststehenden Anschlag *p*, gegen welchen sein zweiter längerer Schenkel schlägt, wenn der Hebel *g* den Stein *m* trifft, und durch das isolirte Metallstück *q*, welches die Drehung des Winkelhebels im anderen Sinne begrenzt, wenn der Hebel *g* durch die Kraft der Spiralfeder *l* gegen den Stein *n* geworfen wird. Die Berührungsstellen des isolirten Metallstücks *q* und des langen Armes des Winkelhebels *o* sind mit Gold oder Platina plattirt, um einen nicht oxydirbaren Kontakt zu erhalten. Die sich berührenden Flächen sind in der Art schräg geschnitten, dass das Ende des Winkelhebels *o* sich vermöge seiner Federkraft

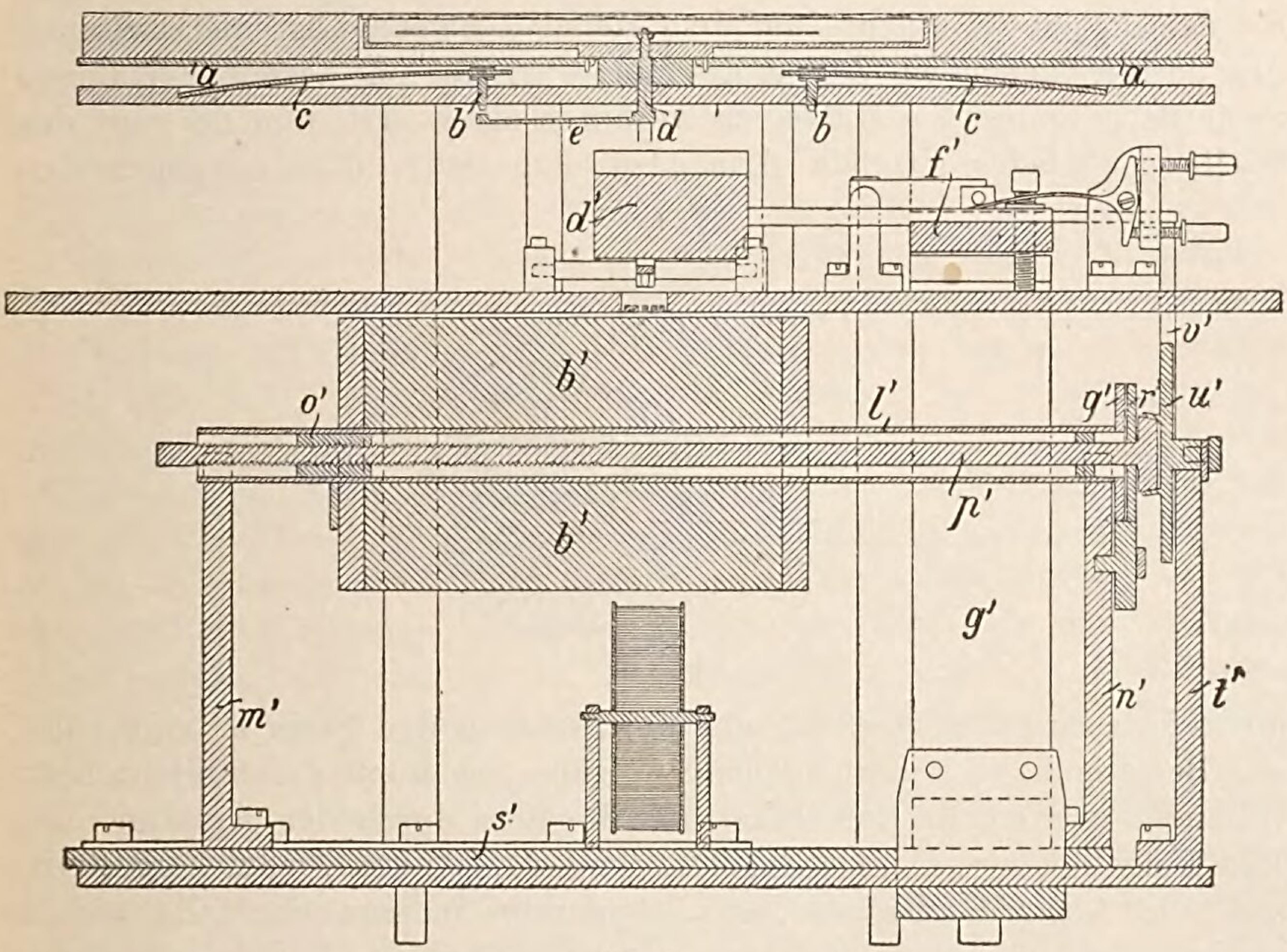


Fig. 9.

etwas auf das Metallstück *q* hinaufschiebt. Dadurch werden die Kontaktflächen stets rein erhalten und der dauernde Kontakt, durch Beseitigung des Zurückfederns, gesichert. Zu diesem Zwecke ist an dem Winkelhebel *o* noch ausserdem eine Feder befestigt, welche auf einem verstellbaren Stein schleift und durch die hierdurch erzeugte Friktion sowohl den Kontakt wie auch die Unterbrechung sichert. Sind nun die Metallstücke *o* und *q* und der Umwindungsdraht der Magnete in den Schliessungskreis einer Säule eingeschaltet, so kann der Strom nur so lange cirkuliren, als der Kontakt zwischen *o* und *q* vorhanden ist, was, wie oben gezeigt, durch die Kraft der Feder *l* herbeigeführt wird. Durch den nun cirkulirenden Strom werden die

Magnete thätig, der Hebel *g* bewegt sich der Federkraft entgegen, bis er gegen den Stein *m* schlägt, wodurch die weitere Bewegung in diesem Sinne begrenzt und gleichzeitig der Kontakt unterbrochen wird. Die Feder *l*, deren alleiniger Wirkung der Hebel *g* und der drehbare Magnet jetzt überlassen sind, bewegt dieselben nun wieder zurück, stellt den Kontakt wieder her und veranlasst dadurch einen neuen Hub u. s. w. Bei jeder Oscillation zieht der Haken des am Ende des Hebels *g* sitzenden Reissers *h* das Gangrad um einen Zahn weiter fort. Zur Sicherung dieser springenden Fortbewegung des Rades ist einmal ein Sperrkegel *r* (Fig. 10) angebracht, welcher den Rückgang desselben verhindert, und ferner ein, unten hakenförmig ausgeschnittenes, Stahlstückchen *s*, welches auf dem Hebel *g* befestigt ist und zwischen die aufrechtstehenden Zähne des Rades tritt, um dessen Fortfliegen nach Beendigung des Hubes zu verhindern. — Ist nun der auf der Welle des Rades sitzende Arm *e* so eingestellt, dass er gegen den

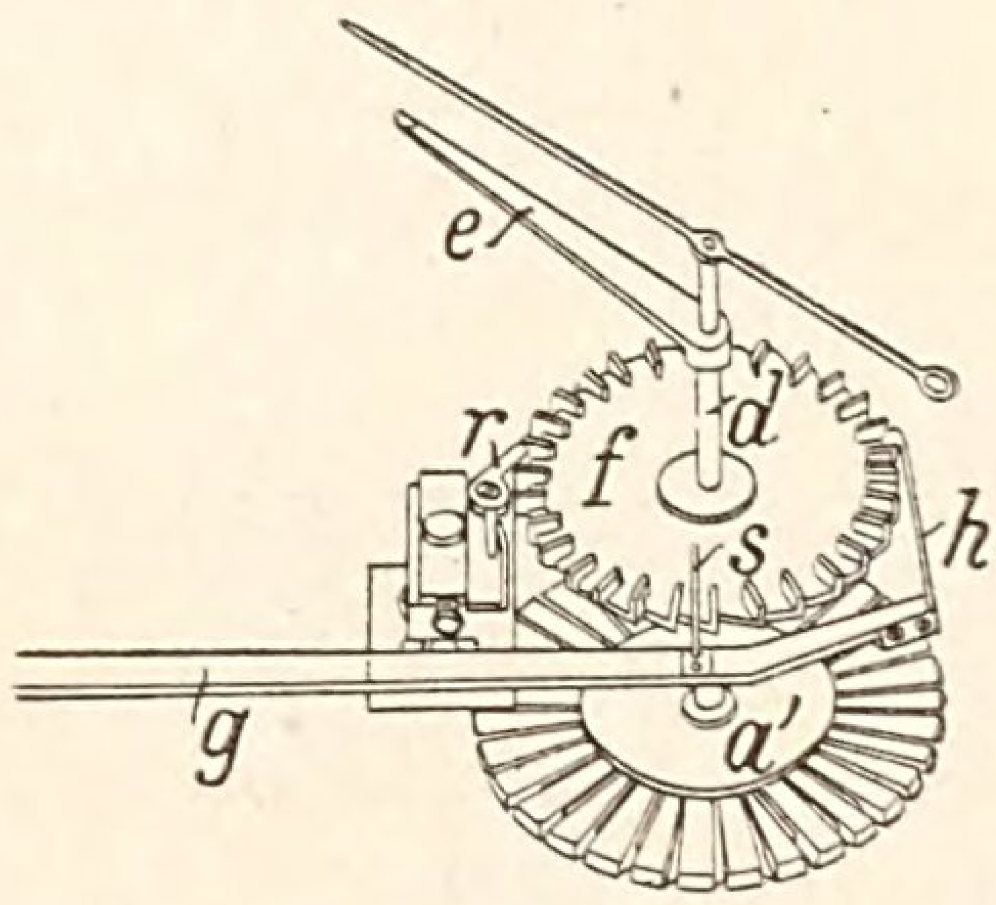


Fig. 10.

niedergedrückten Stift stösst, ehe der Hebel *g* den Stein *n* trifft, also vor Beendigung des zurückgehenden Hubes, so kann dieser nicht mehr vollendet werden, da der Haken des Reissers durch den Arm und das Rad festgehalten wird. Der Kontakt wird daher nicht wieder hergestellt, und die übrigen eingeschalteten Apparate müssen ebenfalls stehen bleiben, da keine neue Strömung eintritt. Wird das Rad jedoch durch Loslassen der Taste befreit, so vollendet der Hebel *g* seinen rückgängigen Hub, der fehlende Kontakt wird hergestellt und der Fortgang der Apparate beginnt von Neuem und dauert so lange fort, bis er durch Niederdrücken einer anderen Taste wieder unterbrochen wird, wenn der Zeiger bis zu ihr gelangt ist.

Wie aus dem Obigen erhellt, besteht die Operation des Telegraphirens bei meinem Telegraphen einfach darin, dass die mit den zu übertragenden Zeichen beschriebenen Tasten nach einander so lange niedergedrückt werden, bis der Zeiger bis zu ihnen gelangt und der Gang unterbrochen ist. Wird keine Taste niedergedrückt, so bleiben die Apparate so lange im Gange, als eine wirksame Batterie an irgend einem Punkte der Drahtleitung in sie eingeschaltet ist.

Von der Stärke der Batterie ist die Geschwindigkeit des Fortganges abhängig, man ersieht daher an der Verlangsamung des Ganges den Zeitpunkt, wann die Erneuerung der Batterie nöthig wird. Damit die Apparate aber nicht in steter Bewegung zu bleiben brauchen, wenn sie nicht benutzt werden sollen, ist jeder derselben mit einem besonderen Mechanismus versehen, durch welchen eine Batterie aus- und eingeschaltet werden kann. Derselbe besteht aus einer senkrechten Welle *t* (Fig. 7 u. 8), welche durch eine Ecke der mittleren, viereckigen Platte hindurchführt und an ihrem oberen Ende mit einem Handgriff *u* versehen ist. Auf dieser Welle sitzen zwei durch Elfenbein von einander und von der Welle isolirte excentrische Scheiben *y* und *z*; ihnen nahe gegenüber stehen die isolirten Federn *v* und *w* auf der einen und die Feder *x* auf der anderen Seite. Die Federn *v* und *w* kommuniciren mit den Polen einer galvanischen Batterie, die isolirten Scheiben *y* und *z* bilden die Enden der Drahtleitung, die eine ist daher mit der Erde, die andere mit dem Winkelhebel *o* leitend verbunden. Wird der Handgriff daher so gedreht, dass die Scheiben *y* und *z* mit *v* und *w* in Berührung kommen, so ist die Batterie eingeschaltet und die Apparate müssen sich in Bewegung setzen; dreht man wieder zurück, so berühren beide Scheiben, nachdem sie von den Federn *v* und *w* befreit sind, die Feder *x*, sind daher mit einander in Verbindung gesetzt. Haben die Handgriffe beider, in einen Leitungskreis eingeschalteten Telegraphen die letzte Stellung, so bildet die Leitung einen in sich geschlossenen Kreis, es genügt daher stets die Drehung eines Handgriffes, um die Apparate in Bewegung zu setzen. Wird dann auch der andere Handgriff gedreht, so sind beide Batterien thätig und die Bewegungsgeschwindigkeit der beiden Apparate wird verdoppelt, wenn die Batterien von gleicher Stärke waren.

Sollen die bisher beschriebenen Apparate ohne Vorrichtung zum Druck der Depeschen benutzt werden, so kann man mit ihnen eine Alarmvorrichtung auf bekannte Weise verbinden. Die übrigen in der Zeichnung dargestellten Theile bilden die Druckvorrichtung.

Auf der Welle *d* (Fig. 7 u. 8) sitzt, nahe dem unteren Lager, eine dünn gedrehte Scheibe *a'* von gehämmertem Neusilber. Sie ist am Rande ringförmig verstärkt. Auf der unteren Fläche des Ringes sind die dem Zifferblatte entsprechenden Zeichen, in gleichmässigem Abstande von einander, eingravirt. Die Scheibe ist darauf zwischen jedem Typenpaare radienförmig eingeschnitten, wodurch sie 30, in der Mitte zusammenhängende Federn bildet, von denen jede am Ende eine Type trägt.

Unter den Typen liegt eine drehbare Papierwalze *b'* (Fig. 7 u. 9) so, dass stets eine der Typen nahe über ihrem höchsten Punkte steht. Die Papierwalze ist mit schwarzem Kopirpapier bekleidet, über welches ein schmaler Papierstreifen hinwegführt. Wird daher ein Schlag auf

2*

die gerade über der Walze befindliche Type ausgeführt, so muss sie auf der unteren Seite des weissen Papierstreifens abgedruckt erscheinen. Die Typenscheibe ist so eingestellt, dass der Buchstabe, auf welchen der Zeiger zeigt, sich immer am Druckorte befindet. Der Schlag wird durch das eine Ende eines Winkelhebels *c'* ausgeführt, wenn der Hammer *d'* auf ihn niederfällt. Das andere Ende des Winkelhebels trägt einen leichten Hammer, welcher gleichzeitig gegen eine Glocke *e'* schlägt. Hierdurch vermag der Telegraph auch akustische Signale zu geben. Unter dem Winkelhebel *c'* liegt eine Feder, welche ihn mit dem auf ihm ruhenden Hammer nach dem Schlage so viel hebt, dass die niedergedrückte Type wieder frei wird.

Der Hammer wird durch den Anker *f'* des Elektromagneten *g' g'* gehoben, wenn ein Strom die Drahtwindungen desselben durchläuft; er fällt nieder, wenn dieser Strom dauernd unterbrochen wird. Dies geschieht dadurch, dass der Telegraph still steht. Auf dem isolirten Metallstück *h'* ist das ebenfalls isolirte Metallstück *i'* und der doppelarmige Hebel *k'* befestigt, dessen eines Ende durch eine schwache Feder gegen das Metallstück *i'* gepresst wird. Das andere Ende des Hebels trägt einen eingefassten Rubin, gegen welchen der Hebel *g* des Telegraphen schlägt, kurz bevor er durch den Anschlag an den Stein *n* arretirt wird. Der Kontakt zwischen *k'* und *i'* wird daher stets am Ende des rückgängigen Hubes des Telegraphen unterbrochen, jedoch sogleich wieder hergestellt, wenn derselbe im Fortgange bleibt. Sind nun *i'* und *k'* in den Schliessungskreis der Batterie des Druckmagneten *g'* eingeschaltet, so findet kein Strom in den Drahtwindungen desselben statt, wenn der Telegraph still steht, da dann der Hebel *g* auf dem Rubin des Hebels *k'* ruht. Sowie der Telegraph aber in Bewegung gesetzt wird, muss auch der Anker des Druckmagneten angezogen, der Hammer mithin gehoben werden und so lange gehoben bleiben, als der Telegraph im Gange bleibt, da die kurzen Unterbrechungen des Stromes am Ende jeder Oscillation des Hebels *g* zu schnell vorüber gehen, um das Abfallen des Ankers zu gestatten. — Durch eine passende Wahl der Stärke der Batterie des Druckmagneten lässt sich diese Bewegung leicht völlig sichern. Um jedoch auch bei der Druckvorrichtung den nachtheiligen Einfluss der wechselnden Stärke der Batterie zu beseitigen und namentlich den Abfall des Ankers unter allen Verhältnissen zu sichern, ist auch bei ihm die Vorkehrung getroffen, dass der die Drahtwindungen des Elektromagneten durchlaufende Strom ganz oder theilweise aufhört, wenn der Hammer gehoben ist, der Magnetismus die ihm auferlegte Arbeit also ausgeführt hat. Dies geschieht dadurch, dass die Anziehung des Ankers durch einen isolirten Anschlag begrenzt wird, durch welchen eine Nebenschliessung von sehr geringem Widerstande erzeugt und dadurch der Umwindungsdraht ausgeschlossen wird. Ist der Widerstand der Nebenschliessung im Vergleich zu dem des

Umwindungsdrahtes verschwindend klein, so geht gar kein Strom durch den letzteren, der Anker muss daher den Abfall beginnen. Dadurch wird aber sogleich die Nebenschliessung unterbrochen, der Anker mithin wieder angezogen. Der Anker wird daher nach Art des elektromagnetischen Hammers vibriren und bei jeder beliebigen Stromstärke gleich schnell und sicher abfallen. Anstatt den Widerstand der Nebenschliessung verschwindend klein zu machen, kann man ihn jedoch auch so gross machen, dass der gleichzeitig durch den Umwindungsdraht gehende Strom noch ausreicht, um den Hammer festzuhalten. Diese Methode, den Abfall der Anker zu sichern, ohne dass der Strom der thätigen Batterie, wie bei den Telegraphen-Magneten, unterbrochen wird, wenn der Anker angezogen ist, wende ich überall da an, wo die gänzliche Unterbrechung des Stromes nicht anwendbar ist, wie z. B. bei Alarmvorrichtungen und Läutewerken. Sie eignet sich auch zur Sicherung des Ganges der Telegraphen mit willkürlicher oder unabhängiger Stromunterbrechung.

Die Papierwalze *b'* (Fig. 9) sitzt auf einem der Länge nach aufgeschnittenen Messingrohre *l'*, auf welchem sie in der Richtung der Achse verschiebbar ist. In diesem Rohre, welches sich in den Lagern *m'* und *n'* dreht, befindet sich ein cylindrisches Metallstück *o'*, welches durch den Schlitz hindurch mit der Papierwalze verbunden ist. Die im Inneren des Rohres liegende Schraube *p'* geht durch dieses Metallstück *o'* hindurch und greift in dessen Gewinde ein. Wird die Schraube daher gedreht, so verschiebt sich das Metallstück *o'*, und mit ihm die Papierwalze, in der Richtung der Achse. Hinter dem Lager *n'* sitzen die beiden Zahnräder *q'* und *r'*, von denen das erste auf dem Rohre, das andere auf der Schraube befestigt ist. Sie haben gleichen Durchmesser, das eine hat aber einen Zahn mehr, wie das andere. Beide greifen in ein breites Getriebe ein. Dadurch ist mit der Drehung der Papierwalze stets eine langsame Verschiebung verbunden, welche verhindert, dass der Druck durch gänzliche Abnutzung des Kopirpapiers an Schärfe verliert. Die Lager der Papierwalze stehen auf einem Schlitten *s'*, welcher sich ohne Mühe herausziehen lässt, wenn die Papierwalze herausgenommen oder ein neuer Papierstreifen aufgezogen werden soll. Hinter dem Schlitten steht das Lager *t'* mit dem Sperrad *u'*, dessen Achse mit der des aufgeschnittenen Rohres und der Papierwalze zusammenfällt. Wird der Schlitten zurückgeschoben, so werden das Sperrad *u'* und das Zahnrad *r'* durch einen Mitnehmer mit einander verbunden. Das Sperrad *u'* wird durch den Sperrkegel *v'* jedesmal um einen Zahn fortgeschoben, wenn der Anker des Druckmagneten angezogen und der Sperrkegel dadurch niedergedrückt wird. Dadurch wird der weisse Papierstreifen nach jedem Abdruck um die Breite eines Buchstaben fortgerückt, die Druckschrift erscheint mithin in fortlaufender Linie auf dem Streifen.

Fig. 11 stellt eine Vorrichtung dar, welche die Auslösung der Läutewerke bei Eisenbahnen oder die Einschaltung von Zweigtelegraphen zum Zweck hat. Auf einer Eisenplatte *a* stehen 4 mit Drahtrollen versehene Eisenstäbe oder Bleche *b*, *c*, *d*, *e*. Die oberen Enden derselben stehen aus den Umwindungen hervor. Die Drähte der Umwindungen sind so verknüpft, dass die Stäbe *b* und *c* gleichen Magnetismus erhalten, *d* und *e* den entgegengesetzten. Zwischen diesen 4 Stäben befindet sich der Stahlmagnet *f*, welcher durch die lothrechte Welle *g* getragen wird. Die Enden des Stahlmagneten werden, wenn ein Strom durch die Drahtwindungen geht, immer von zwei diagonal sich gegenüberstehenden Polen der Elektromagnete angezogen und gleichzeitig von den anderen beiden abgestossen. Wird die Richtung des Stromes umgekehrt, so wechselt auch die Richtung aller Anziehungen und Abstossungen, der Stahlmagnet muss sich daher drehen und kann durch diese Bewegung irgend eine mechanische Leistung ausführen. Da es aber für die nur aus Elektromagneten bestehenden Telegraphen gleichgültig ist, in welcher Richtung der Strom geht, so kann man durch Einschaltung solcher Apparate an beliebigen Stellen der Leitung dauernde mechanische Wirkungen ausüben, z. B. Läutewerke ausgelöst erhalten, ohne den Dienst der Telegraphen zu unterbrechen. — Diese Vorrichtung hat vor anderen bekannten Kombinationen zwischen Stahl- und Elektromagneten den Vorzug, dass der Magnetismus des ersteren nicht geschwächt werden kann, da seine Pole stets von entgegengesetzten Polen angezogen werden.

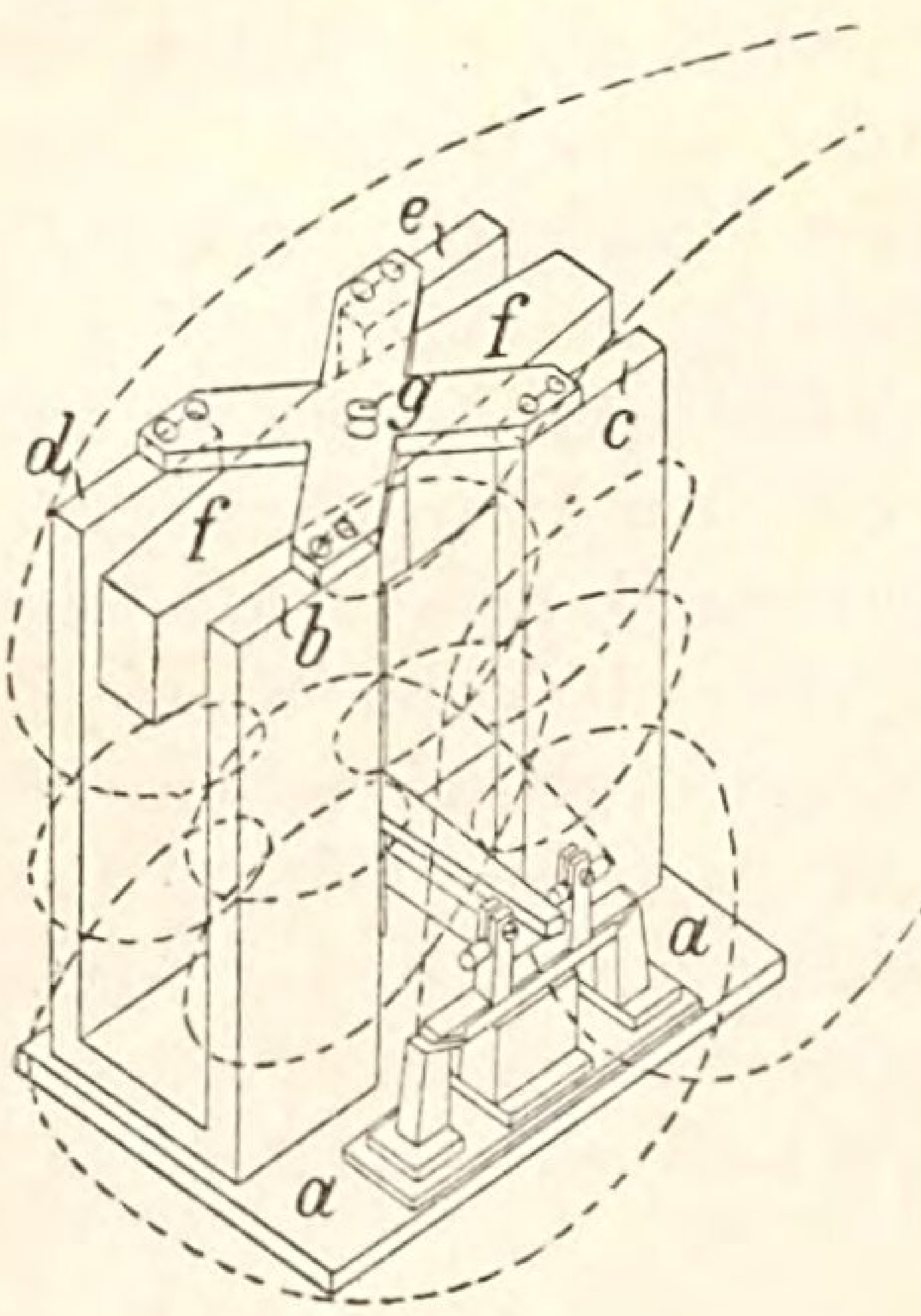


Fig. 11.

Die von mir angewandten Elektromagnete unterscheiden sich von den bisher benutzten wesentlich dadurch, dass ich anstatt massiver Eisenstäbe Bündel übersponnener oder anderweitig von einander isolirter Eisendrähte anwende. Hierdurch wird es möglich, viel stärkere Dimensionen des Eisenkerns anzuwenden, ohne der Schnelligkeit des Wechsels der magnetischen Spannung im Geringsten zu schaden. Die Verlangsamung des Wechsels bei dickeren Eisenkernen hat nämlich in den, in der Eisenmasse erzeugten Induktionsströmen ihren Grund. Bei massiven Eisenkernen oder nicht isolirten Eisendrähten ist diese Verlangsamung so beträchtlich, dass man gezwungen ist, sehr dünne Magnete, mithin auch sehr leichte Anker anzuwenden. Man konnte sich daher bei rasch gehenden Apparaten nur der indirekt wirkenden, oder nur auslösenden Magnete bedienen, wollte man die Geschwindig-

keit nicht zu sehr vermindern, während die Anwendung der Magnete aus isolirten Eisendrähten die Vermeidung der Uhrwerke, ohne Vermehrung der Stromstärke oder Verminderung der Geschwindigkeit der Apparate, gestattet.

Ich betrachte als neu und wesentlich, und bitte demgemäss mir zu patentiren:

1. Den selbstthätigen Stromwechsel, bewirkt durch ein verschiebbares Metallstück;
2. die beschriebene Art der Sicherung der Bewegung des Gangrades durch Einschiebung eines festen oder federnden Anschlags zwischen die aufrecht stehenden Zähne desselben;
3. die Beseitigung der Möglichkeit des Haftenbleibens des Ankers eines Elektromagneten durch Einschaltung einer Nebenschliessung im Augenblicke des Anschlags;
4. die beschriebene Kombination zwischen Stahl- und Elektromagneten, durch welche die Schwächung des Stahlmagnetismus beseitigt und die Bewegung des ersteren bei jeder Stromstärke gesichert wird;
5. die Konstruktion der Elektromagnete aus isolirten Eisendrähten.

Aeltester Zwischenträger.

1848.

Zu der von der Telegraphenkommission des Preussischen Generalstabes für den 15. März 1848 ausgeschriebenen Konkurrenz sandte die Firma Siemens & Halske einen Zwischenträger für ihre Zeigertelegraphen, welcher die Uebertragung von Depeschen aus einem Leitungskreise in einen benachbarten selbstthätig vermittelte. Dieser Zwischenträger funktionirte sehr gut; seine Specialkonstruktion scheint später gänzlich — sogar bei seinem Erfinder Werner Siemens —

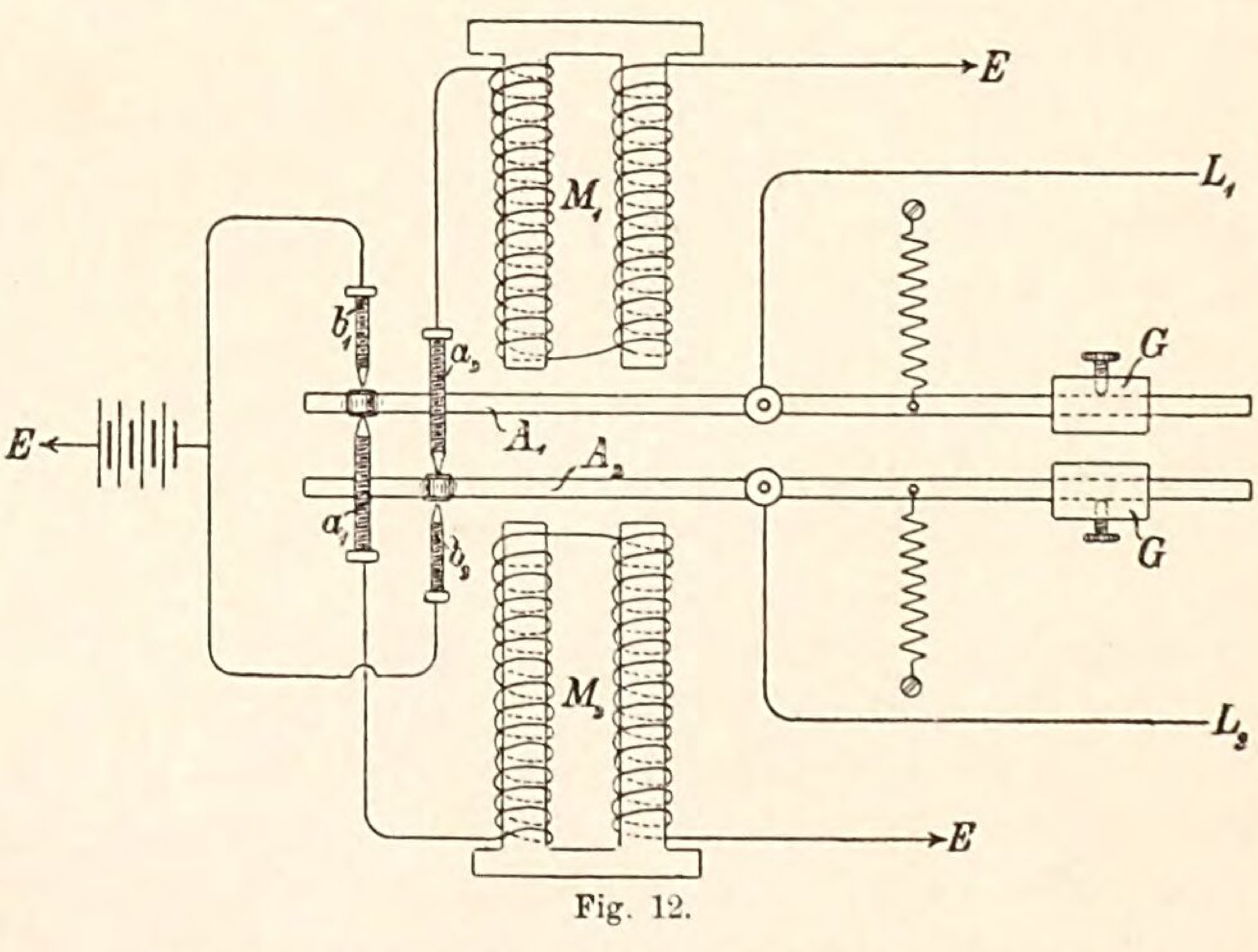


Fig. 12.

in Vergessenheit gerathen zu sein, und es hat sich trotz aller Bemühungen ganz Authentisches über seine Konstruktion bis jetzt nicht ermitteln lassen. Das Originalexemplar ist schwerlich noch erhalten; eine dem Berliner Postmuseum gehörige, 1881 in Paris ausgestellte und von Herrn Prof. E. Zetzsche 1877 in seinem Handbuch der elektrischen Telegraphie (Bd. I, S. 529), sowie 1881 in der elektrotechnischen Zeitschrift (S. 352 und 500) beschriebene

Nachbildung beruht auf späteren, wahrscheinlich nicht ganz zutreffenden Angaben; insbesondere ist sogar fraglich, ob der Apparat den a. a. O. als wesentlichen Theil angeführten gabelförmigen Schieber wirklich enthalten hat. Die bisherigen, freilich noch nicht abgeschlossenen Nachforschungen führen zu der Vermuthung, dass jener Zwischenträger bereits die reine Doppel-Relais-Translation verwirklichte, wie sie in Fig. 12 schematisch dargestellt ist.

Die beiden Leitungen L_1 und L_2, zwischen denen übertragen werden soll, sind an die Anker A_1 und A_2 zweier Elektromagnete M_1 und M_2 geführt. Solange durch keinen derselben Strom geht, werden diese Anker durch Federn an ihren Ruheanschlägen a_1 und a_2 festgehalten. GG sind zur Regulirung dienende Laufgewichte. Ein von L_1 kommender Strom geht über A_1 und a_1 zu den Windungen des Elektromagneten M_2 und dann zur Erde. In Folge dessen wird der Anker A_2 gegen den Kontakt b_2 geworfen und dadurch ein Strom der Ortsbatterie über b_2 und A_2 in die Linie L_2 gesandt. Umgekehrt ruft auch jeder auf der Linie L_2 ankommende Stromstoss einen solchen von entsprechender Dauer in der Linie L_1 hervor.

Ueber die in Deutschland angestellten Versuche, den unter der Erde fortzuführenden Draht elektrischer Telegraphen mittelst Guttapercha zu isoliren.

(Aus Mechanic's magazine, Januar 1849.)

1849.

Ein Bericht in der Times über einige Versuche, welche neulich im Auftrage der Südöstlichen Eisenbahn-Compagnie unter der Leitung des Herrn Walker angestellt wurden, um das Isolirvermögen der Guttapercha als Ueberzug des Leitungsdrahtes zu bestimmen, veranlasst mich, Nachstehendes über ähnliche und entscheidende Versuche zu veröffentlichen, welche das preussische Gouvernement unter der Leitung des Artillerieoffiziers Herrn Werner Siemens unlängst in grossem Maassstabe anstellen liess.

Herr Siemens begann seine Versuche über das Isolirvermögen der Guttapercha, des Kautschuks und ähnlicher Substanzen während des Winters 1847—48 in der Absicht, den unter der Erde fortzuführenden Draht seines elektrischen Telegraphen mit einem vollkommen isolirenden Ueberzuge zu versehen. Er erhielt damals in Preussen ein Patent für seinen elektrischen Telegraphen, welcher als ganz eigenthümlich betrachtet wird und sich von allen anderen unterscheidet, indem er für sich einen vollständigen elektrischen Apparat bildet, in welchem das elektrische Fluidum der alleinige Motor, sein eigener Regulator und Drucker ist — was den Vortheil gewährt, dass er sich allen Unregelmässigkeiten der Batteriestärke anpasst, vorausgesetzt, dass dieselbe nicht unter ein gewisses Minimum sinkt; dass er bis zu einem gewissen Grade schlechte Ströme zu Nutze macht, sehr leicht zu handhaben ist und nur eine einzige Drahtlinie erfordert.

Im Sommer 1847 erhielt Herr Siemens Erlaubniss, seinen Telegraphen auf der Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam (eine Entfernung von etwa 15 engl. Meilen) zu versuchen, wo er seitdem statt des früher angewandten Zeigertelegraphen fortwährend in Gebrauch war. Um ein allgemeines Vorurtheil gegen die Einführung elektrischer Telegraphen zu beseitigen, — es entstand durch die grossen Kosten, welche die Fortleitung des Drahtes durch die Luft mittelst Stangen veranlasst, wobei durch starken Regen, Stürme u. s. w. häufige Unterbrechungen fast unvermeidlich sind — nahm Herr Siemens seine Versuche über das Isoliren des Drahtes mit allem Eifer nochmals auf. Die Guttapercha glaubte er zu diesem Zweck verwerfen zu müssen wegen ihrer Neigung, ein Hydrat zu werden, in welchem Zustande sie ein Leiter der Elektricität ist. Er versuchte daher einen 4 engl. Meilen langen, mit Kautschuk überzogenen Draht, welcher 30 Zoll unter die Oberfläche des Bodens eingegraben wurde. Die Isolirung war jedoch unvollkommen, und nachdem er seine Methode, sowohl die Guttapercha wasserfrei zu machen als auch den Draht (zwischen gekerbten Walzen) zu überziehen, verbessert hatte, kehrte er zu dieser Substanz zurück und vollendete eine Drahtlänge von 13 engl. Meilen, welche längs der Eisenbahn zwischen Berlin und Grossbeeren 30 Zoll tief eingegraben wurde. Der Ueberzug dieser Drahtlinie war an wenigen Stellen unvollkommen, welche jedoch mittelst eines neuen Induktionsprocesses bald entdeckt und ausgebessert wurden; seitdem (etwa 18 Monate) war die Drahtlinie zur vollkommenen Zufriedenheit beständig im Gebrauch.

Im März 1848 bot sich eine Gelegenheit dar, den Guttaperchaüberzug einer strengeren Probe zu unterziehen. Die provisorische Regierung von Schleswig-Holstein beauftragte Herrn Siemens gemeinschaftlich mit Professor Himly, den Hafen von Kiel gegen feindliche Kriegsschiffe in Vertheidigungsstand zu setzen. Die gegebene Zeit gestattete keine ausgedehnten Vorbereitungen. Es wurden grosse Säcke aus Guttapercha angefertigt, deren jeder zwischen 2000 und 3000 Pfund Schiesspulver fasste; nachdem sie gefüllt und hermetisch verschlossen worden waren, versenkte man sie mittelst Ballast an verschiedenen Stellen des tiefen Wasserbetts. Jeder von ihnen war mit einem unter der Erde fortgeführten Draht versehen und mit einem Leitungsdraht, welcher längs des Bodens der See zu einer Centralstation führte, wo jede Mine nach Belieben entzündet werden konnte, um ein in ihren Bereich kommendes, feindliches Schiff zu zerstören. Instrumente waren so angebracht, dass sie dem funktionirenden Beamten die genaue Lage jeder Mine anzeigten. Diese Drähte wurden von Zeit zu Zeit probirt, wobei sich herausstellte, dass sie während mehrerer Monate in gutem Zustande blieben; nach und nach veränderte sich aber ihr Aussehen, und nachdem sie sechs Monate in der See gelegen hatten, war die

Guttapercha in ein vollkommenes Hydrat verwandelt, welches die Eigenschaft zu isoliren garnicht mehr besass. Ueberzogene Drähte, welche eben so lange Zeit in frisches Wasser eingetaucht waren, zeigten deutlich einige Veränderung, aber nur in sehr schwachem Grade. Diese Resultate veranlassten Herrn Siemens neue Versuche anzustellen; es gelang ihm endlich, eine Guttaperchakomposition zu erreichen, welche — soviel sich bis jetzt ergab — keine Verwandtschaft zum Wasser hat.

Dieser Ueberzug, welcher ohne Zweifel völlige Sicherheit darbietet, wird jetzt für die Drähte aller elektrischen Telegraphen angewandt, welche das preussische Gouvernement herstellen lässt. Herr Siemens hat unlängst die telegraphische Verbindung zwischen Berlin und Frankfurt a. M. vollendet — eine Entfernung von 445 engl. Meilen —; eine andere telegraphische Linie, welche Berlin mit Köln verbinden soll, ist bereits bis Magdeburg hergestellt.

Aller zu diesen Leitungen verwendete Kupferdraht wurde mittelst einer einzigen Maschine überzogen, welche Herr Siemens und Herr Halske miteinander konstruirt haben. Sie besteht aus einem horizontalen Cylinder mit einem beweglichen Kolben; eine Kammer am Ende dieses Cylinders ist mit 16 Löchern durchbohrt, von denen 8 durch den Boden gehen und denselben Durchmesser wie der Draht selbst haben; die übrigen 8 gehen durch die obere Seite, befinden sich den im Boden angebrachten Löchern genau gegenüber und haben den Durchmesser, welchen der überzogene Draht bekommen soll. Man steckt 8 einzelne Drähte durch die Bodenlöcher; der Cylinder wird mässig erwärmt und mit der Guttaperchakomposition gefüllt, worauf man den Kolben vorwärts treibt; indem derselbe die halbflüssige Masse durch die grösseren Löcher presst, reisst sie die überzogenen Drähte merkwürdig schnell mit sich; der Draht selbst wird dabei nur in Folge seiner Adhäsion zu der ihn umgebenden Guttapercha hinausgetrieben.

Wo der überzogene Draht durch grosse Flüsse, wie die Elbe, Weser u. s. w. geführt werden musste, schloss ihn Herr Siemens in eiserne Röhren ein, um ihn gegen Beschädigungen zu sichern.

Englische Patentbeschreibung

betreffend Elektromagnete, Zeiger- und Drucktelegraphen, Uebertrager, Wecker, Tastenapparat und Vorrichtungen zum Herstellen und Legen von unterirdischen Leitungen.

(Engl. Patent No. 13 062 vom 23. April 1850.)

1850.

I. Elektromagnete.

Bei der Konstruktion von Elektromagneten für telegraphische Zwecke hat sich herausgestellt, dass der Magnetismus, wenn das angewendete Eisen erhebliche Dimensionen besitzt, eine gewisse Zeit braucht, um auf seine volle Stärke anzuwachsen, und auch nach dem Aufhören des Stromes nicht sofort wieder verschwindet. Man verwendet deshalb gewöhnlich nur kleine Eisenmassen, wodurch zwar die Geschwindigkeit der Magnetisirung vergrössert, aber die Stärke derselben verringert wird. Es ist mir gelungen, durch Anwendung hohler, in ihrer Längsrichtung aufgeschnittener Eisenröhren an Stelle der sonst üblichen massiven Eisenkerne dem erwähnten Uebelstande abzuhelfen. Ich fand, dass man so verhältnissmässig grosse Magnete nehmen kann und grosse Stärke des Magnetismus mit schneller Wirkung vereinigt erhält; die Längstheilung wirkt offenbar dadurch so günstig, dass sie die Bildung von Kreisströmen im Eisen verhindert.

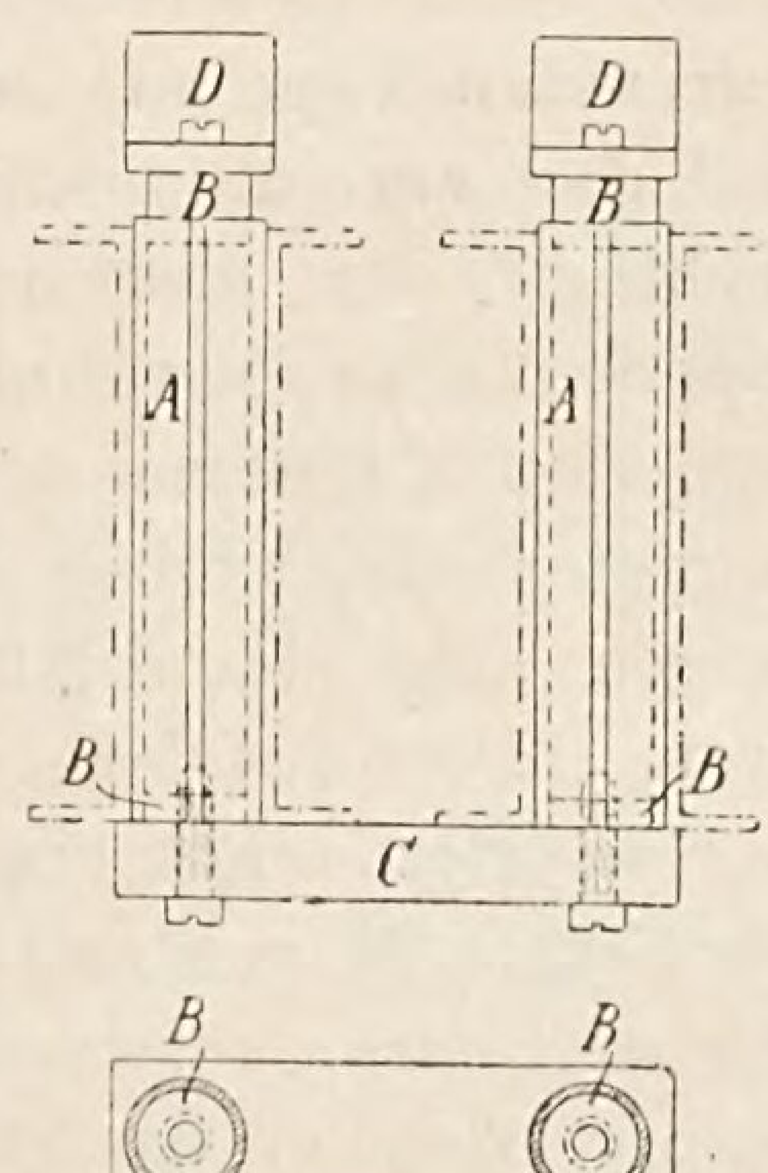


Fig. 13.

Fig. 13 zeigt Aufriss und Grundriss eines Hufeisenmagneten solcher Konstruktion. A, A sind die beiden von aufgeschnittenen Eisenröhren gebildeten Schenkel; die Spulen, welche dieselben umgeben, sind in der gewöhnlichen Art gewickelt. B, B sind massive, durch Schweissung

oder auf andere Weise mit den Röhren A, A fest verbundene Eisenstücke, C ist ein ebenfalls massives Eisenstück, welches die beiden Schenkel mit einander verbindet. Die Pole des Magneten sind durch Ansatzstücke D, D vergrössert.

Mitunter verwende ich eine gerade Röhre von zertheiltem, weichem Eisen an Stelle eines Hufeisenmagneten und benutze die Anziehungskraft nur eines Poles. Der andere Pol wird in diesem Falle mit einem grösseren Stücke weichen Eisens verbunden, welches als Reservoir für den entgegengesetzten, nicht benutzten Magnetismus dient. Auf diese Weise giebt mir ein gerader Magnet dieselbe, oder doch nahezu dieselbe Anziehungskraft, wie ein Hufeisenmagnet mit der gleichen Drahtmenge.

Die Eisenplatten für die Magnetpole wähle ich so gross, dass ihr Gewicht etwa ein Drittel von dem Gewichte des in den Drahtwindungen steckenden Eisens beträgt, ferner mache ich die anziehenden Oberflächen dieser Platten etwa doppelt, auch wohl dreimal so gross, wie den Querschnitt des Kernes. Diese Platten dienen als Reservoire für den vom Strom hervorgerufenen Magnetismus und verstärken daher die Wirkung des Magneten.

An Stelle eines Elektromagneten und einer weichen Eisenarmatur nehme ich in manchen Fällen zwei Elektromagnete, einen feststehenden und einen beweglichen. Der bewegliche besitzt feststehende Drahtwindungen, innerhalb welcher der an beiden Enden rechtwinklig umgebogene Eisenkern frei um seine Längsaxe drehbar ist. Die von den umgebogenen Enden gebildeten Pole stehen einem andern Elektromagneten oder einer unbeweglichen, weichen Eisenarmatur nahe gegenüber. Wird ein elektrischer Strom durch die Drahtwindungen gesandt, so dreht sich der bewegliche Kern bis zu einer durch Anschläge begrenzten Lage um seine Axe. Ich habe auf diese Weise den Vortheil der vereinten Anziehungskraft zweier Elektromagnete ohne den Nachtheil der grossen Trägheit, welcher den beweglichen Elektromagneten der gewöhnlichen Form anhaftet. Beim Gebrauche dieser doppelten Magneten schliesse oder öffne ich entweder die Ströme beider Magneten gleichzeitig, oder ich lasse beständig Strom durch die Windungen des einen gehen und schliesse und öffne abwechselnd den Strom in dem andern oder kehre in ihm regelmässig die Stromrichtung um. — Statt eines um seine Längsaxe drehbaren, an den Enden umgebogenen Magneten kann auch ein gerader, um eine transversale Axe drehbarer verwendet werden (Fig. 14). A ist der gerade Elektromagnet, welcher das Bestreben hat, sich in die Mitte der Spule B einzustellen, wenn dieselbe vom Strom durchflossen wird. C ist ein Hufeisenmagnet mit den Spulen D, dessen Pole dem Elektromagneten A nahe sind. Geht Strom durch die Rollen D, so wird A nach der einen oder andern Richtung abgelenkt, je nach der Richtung des

Stromes. — Fig. 15 zeigt eine andere Form mit 2 Eisenkernen A, A', die sich unabhängig von einander um eine transversale Axe drehen können. In ihren Ruhelagen werden dieselben durch die Schwere oder eine Feder an den Anschlägen P und Q festgehalten. Ein durch die Spule B gehender Strom entfernt je nach seiner Richtung A oder A′ von seinem Anschlage, und auf diese Weise werden sehr präcise Bewegungen der Anker erzielt.

Fig. 16 stellt einen Apparat dar, dessen Magnet A — es könnten auch zwei Magnete sein, wie in Fig. 15 — innerhalb der Spule B um eine transversale Axe drehbar ist. Durch den Strom, welcher B

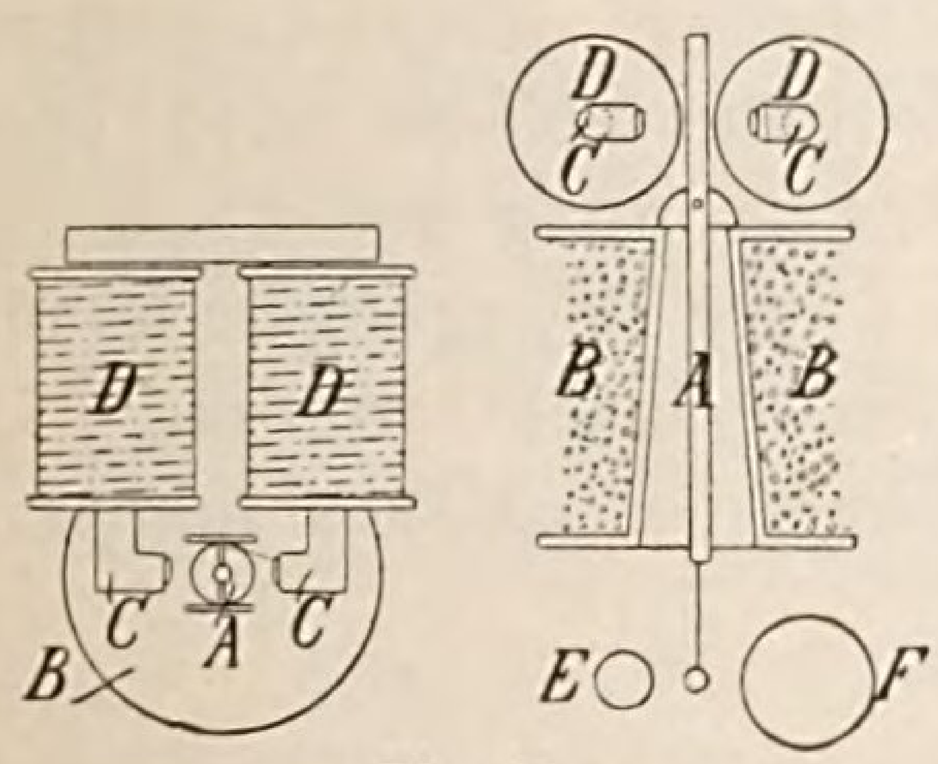


Fig. 14.

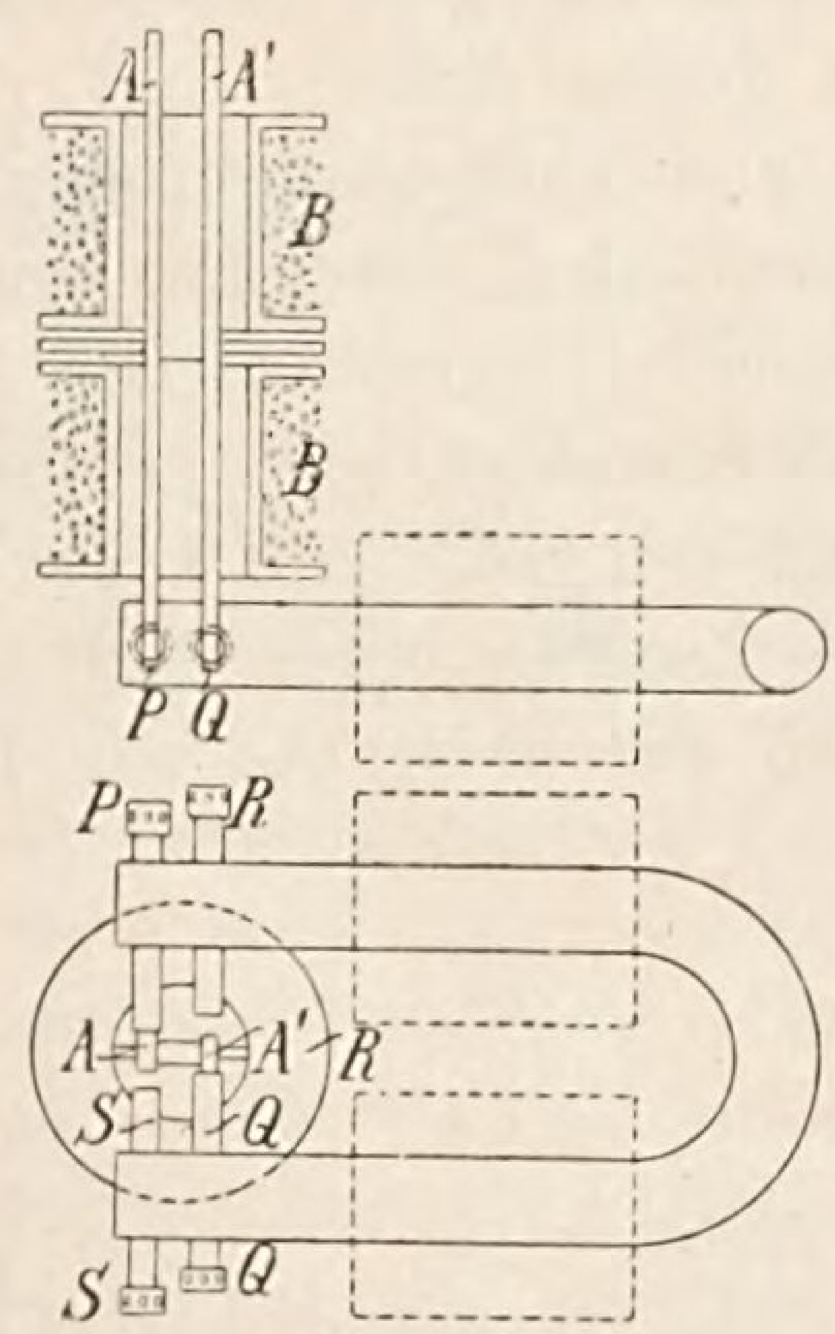


Fig. 15.

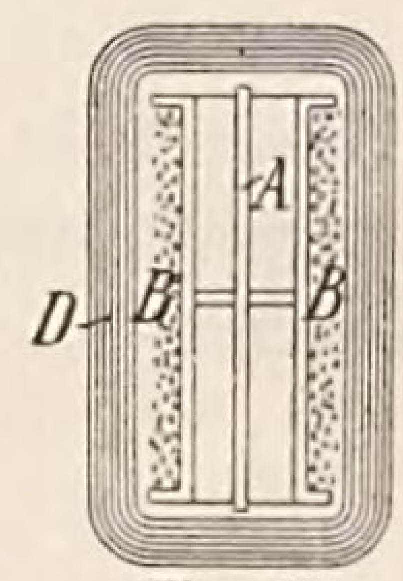


Fig. 16.

dauernd durchfliesst, wird A nicht nur magnetisirt, sondern erhält auch das Bestreben, sich in die Axe der Spule B einzustellen. Eine zweite Spule D, von der Form der gewöhnlichen Galvanometerdrahtrollen, umschliesst die Spule B und lenkt den resp. die Elektromagneten A je nach der Richtung des sie durchfliessenden Stromes nach der einen oder andern Seite hin ab. Diese Ablenkungen können dazu benutzt werden, Zeiger oder Zifferblätter zu bewegen, Einfallhebel auszulösen, den Strom von Lokalbatterien zu schliessen, kurz für telegraphische Zwecke jeder Art.

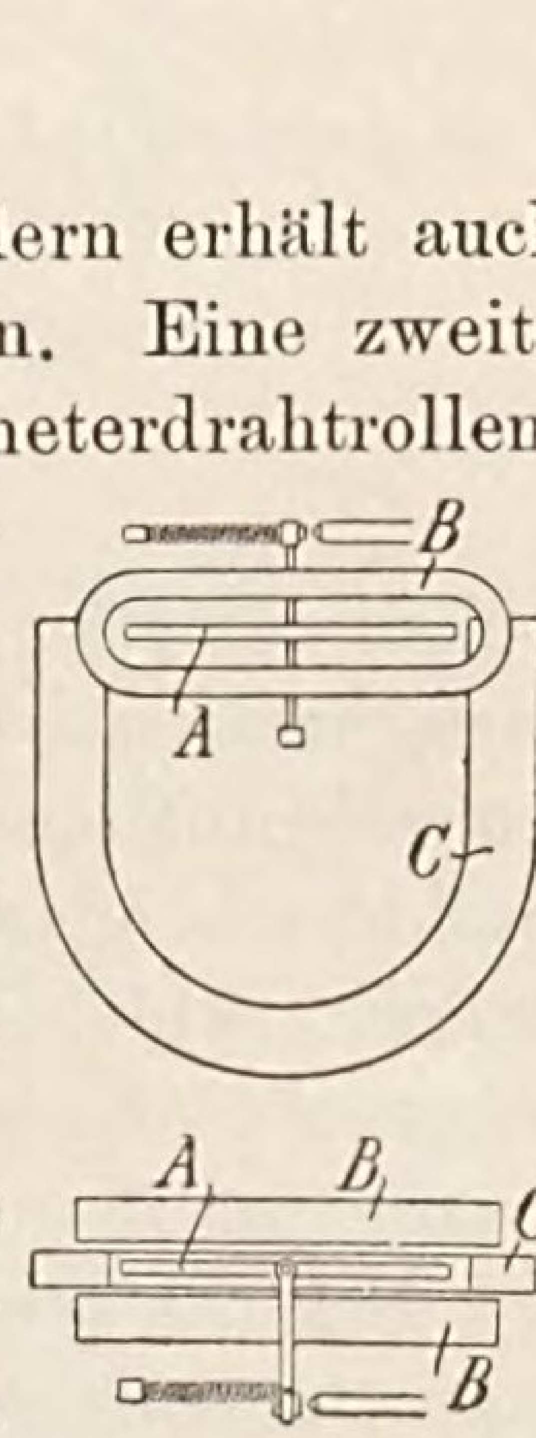


Fig. 17.

Fig. 17 zeigt eine Eisennadel A, welche nach Art einer Galvanometernadel von einer Drahtrolle B umgeben ist. C ist ein Stahlmagnet, oder auch ein Elektromagnet, dessen Nähe die Nadel A durch Induktion magnetisch macht und sie deshalb wie die Nadel eines gewöhnlichen Galvanometers abgelenkt werden lässt, wenn ein elektrischer Strom durch die Rolle B geht. Dieser Apparat ist nicht neu, und ich beanspruche seine Anwendung nur für den Fall, dass er mit einem

anderen Apparate so kombinirt wird, dass die Wirkung des ersteren den Strom des zweiten schliesst oder öffnet, und umgekehrt, wie unten näher beschrieben wird.

Es versteht sich von selbst, dass zu den Elektromagneten statt des Eisens auch andere Metalle, welche einer Magnetisirung fähig sind, verwendet werden könnten; Eisen wird freilich das vortheilhafteste sein.

II. Elektrodynamische Konstruktionen.

An Stelle von Elektromagneten verwende ich mitunter Spiralen von Eisen-Draht oder -Band, deren Windungen durch Zwischenlagen von nicht leitendem Material gegen einander isolirt sind. Fig. 18 zeigt eine Konstruktion dieser Art. *A* ist eine um eine transversale Axe drehbare Spirale von seidebesponnenem Eisendraht. *B*, *C* sind zwei feststehende Drahtspiralen, welche vom Strome in entgegengesetzten Richtungen durchflossen werden. Die bewegliche Spirale wird ebenfalls vom Strome durchflossen und je nach der Richtung desselben nach der einen oder anderen Seite hin angezogen; ihre Bewegungen können für telegraphische Zwecke aller Art nutzbar gemacht werden. Die Eisendrähte können durch Drähte von Kupfer oder anderen unmagne-

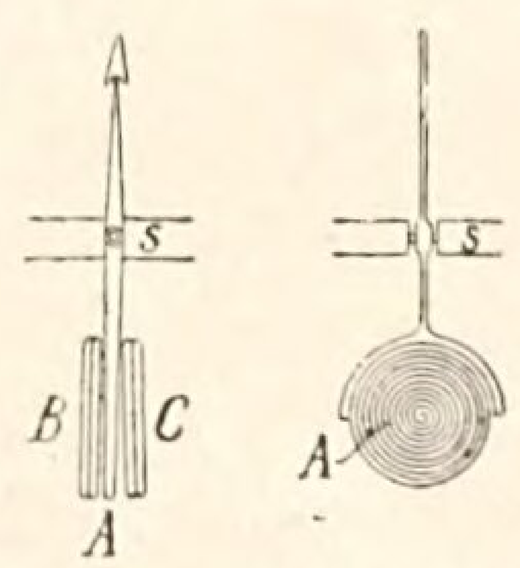


Fig. 18.

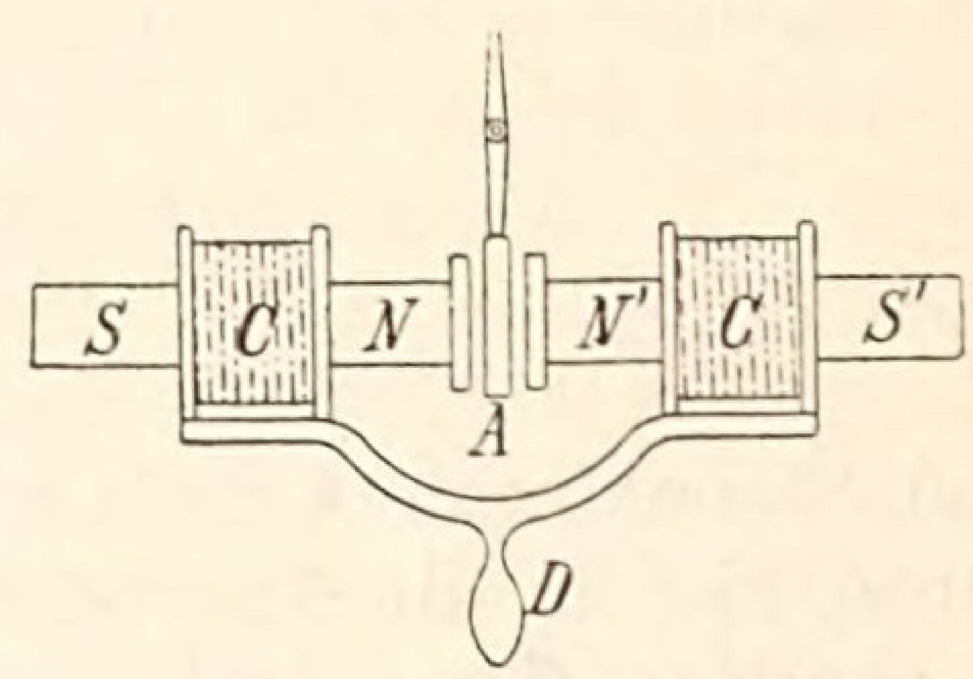


Fig. 19.

tischen Metallen ersetzt werden; die Wirkungen sind dann nicht so stark, man hat dafür aber den Vortheil, dass die Anziehungskräfte in demselben Moment auftreten und verschwinden, in welchem der Strom geschlossen oder geöffnet wird. — Man kann derartige Anordnungen füglich als elektrodynamische bezeichnen und denselben die verschiedenartigsten Formen geben, wenn nur das Princip gewahrt bleibt, einen Stromleiter Bewegung eines zweiten Stromleiters hervorrufen zu lassen.

Fig. 19 zeigt eine zwischen den gleichnamigen Polen zweier Stahlmagneten aufgehängte elektrodynamische Spirale *A*. Wird Strom durch dieselbe gesandt, so nähert sie sich dem einen Magneten, wechselt der Strom seine Richtung, so nähert sie sich dem anderen; nach Aufhören des Stromes wird sie durch die Schwere, eine Feder oder eine andere Vorrichtung in ihre centrale Ruhelage zurückgezogen. Zur Erzeugung des elektrischen Stromes können dieselben beiden Magneten dienen,

welche auf die Spirale *A* wirken. Zu dem Ende werden ausser der Spirale *A* noch die beiden durch den Handgriff *D* mit einander verbundenen Drahtrollen *C*, *C* in die Linie eingeschaltet. Durch eine plötzliche Bewegung des Griffes *D* zur Rechten oder Linken wird in den Windungen *C*, *C* ein elektrischer Strom hervorgerufen, der die Spirale *A*, die Linie und ähnliche Apparate auf der Endstation und allen Zwischenstationen durchläuft, also die Spiralen aller dieser Stationen zu derselben Bewegung veranlasst. Diese Bewegungen werden für telegraphische Zwecke nutzbar gemacht. Die Ausführung gestattet mancherlei Variationen, es können z. B. hufeisenförmige Magnete verwendet oder die Drahtrollen unbeweglich und die Magnete beweglich gemacht werden.

III. Kontaktstellen.

Die allmähliche Zerstörung des Metalls an den Unterbrechungsstellen des galvanischen Stromes bildet bei vielen Telegraphenapparaten einen Uebelstand, welcher namentlich die Anwendung von Uebertragern sehr erschwert. Die Unterbrechungs-Punkte oder -Flächen bestehen meist aus Platina; dasselbe wird durch die Funken im Laufe der Zeit von der einen Seite der Unterbrechungsstelle auf die andere transportirt und zwar in der Form einer schwammigen Substanz von nur unvollkommenem elektrischen Leitungsvermögen. Gold und Silber geben noch schlechtere Resultate, und leichter oxydirbare Metalle werden verbrannt. Ich beseitige diese Schwierigkeit durch Anwendung harter Legirungen edler Metalle, speziell von Platina, Iridium oder Palladium mit Gold oder Silber; besonders ausgezeichnet ist eine Legirung von einem Theile Gold mit einem Theile Platina, Iridium oder Palladium. Aus dieser Legirung bestehende Kontaktstellen bleiben lange Zeit hindurch völlig unverändert.

IV. Zeigerapparate und Wecker mit Selbstunterbrechung.

Zeigerapparate. — Die Figur 20 stellt Aufriss und Grundriss eines Zeigertelegraphen dar, dessen Zeiger sich schrittweise über einem mit Buchstaben oder Symbolen beschriebenen Zifferblatt dreht. *A* ist ein Sperrad, dessen Axe zugleich den Zeiger *B* und einen Arm *M* trägt; der Sperrhaken *a* verhindert dieses Sperrad an einer Rückwärtsbewegung. An dem Ende des Hebels *C*, welcher die Verlängerung der Armatur *P* des Elektromagneten *F* bildet, sitzt der Federhaken *b*. Die Anziehungskraft der Pole *G* und *H* dieses Elektromagneten dreht den Hebel *C* um seine Axe *c*. Der ebenfalls an der Armatur *P* befestigte Arm *d* wird an seinem freien Ende von der Feder *J* angezogen, welche sich durch das Gleitstück *e*, die Schraube *f* und die Theilung *g* beliebig anspannen lässt. Sobald ein elektrischer Strom die Windungen des Elektromagneten *F* durchläuft, wird die Armatur

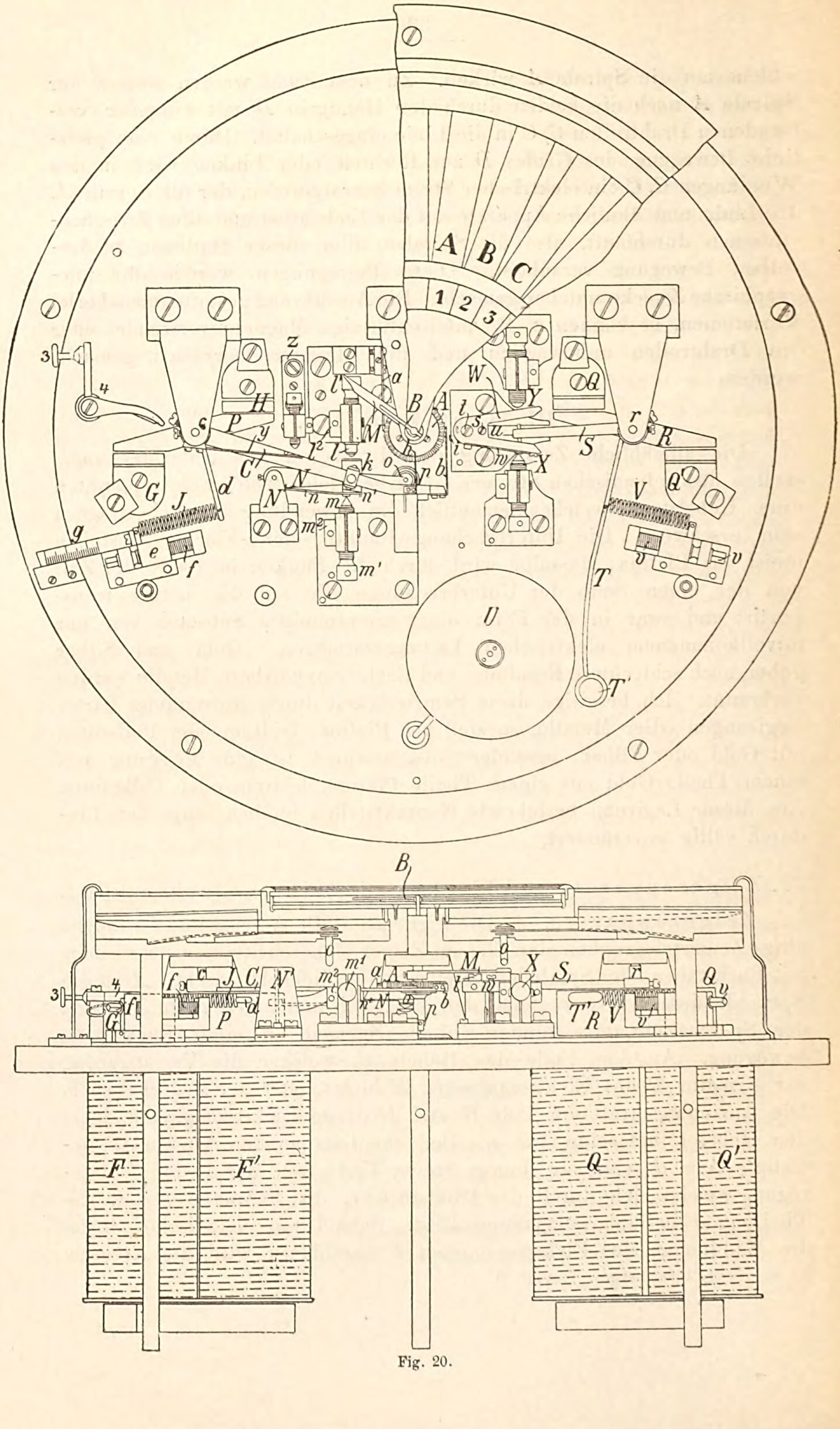


Fig. 20.

P angezogen und dadurch der Federhaken b über einen Zahn des Sperrades A fortgeschoben. Wird der Strom unterbrochen, so zieht die Feder J den Hebel C mit dem Haken b zurück, das Sperrad dreht sich um einen Zahn und damit rückt der Zeiger B um ein Feld vor. Um das Ueberspringen von Zähnen zu verhindern, trägt das Sperrad noch eine zweite Reihe von aufrechtstehenden Zähnen, in welche ein am Hebel C befestigter, mit einem passenden Ausschnitt versehener Einfall h eingreift; derselbe lässt beim Vorwärtsgehen des Hebels das Rad frei, beim Zurückgehen stellt er sich dem nächsten Zahn in den Weg. N ist ein Hebel, welcher eine an beiden Enden aufwärts gebogene Querplatte k, die sogenannte Gabel, trägt, und durch zwei am Hebel C sitzende Stifte von Achat oder anderem isolirenden Material zwischen dem isolirten Anschlage l und der kontaktgebenden Spitze m hin und her bewegt wird. Die Schrauben l', m' und die Stellschrauben l^2, m^2 dienen zur Adjustirung von l und m. Eine schwache Feder n am Hebel N, welche durch ein an der Gabel k sitzendes Häkchen auf eine sehr geringe Bewegung beschränkt ist, soll verhüten, dass ein leichtes Zurückprallen des Hebels den Kontakt unterbricht. Zur Führung des Hebels N dient ein an dem dünnen und elastischen Ende desselben angebrachter Stahlstift, dessen abgestumpfte Spitze auf einem Achatprisma ruht.

Verbindet man den einen Pol einer galvanischen Batterie mit dem Punkte m, den anderen durch die Windungen des Elektromagneten F, F' mit dem Träger N' des Hebels N, so wird die Armatur P angezogen, also der Hebel C vorwärtsbewegt, bis er gegen die Gabel k stösst und dadurch den Kontakt bei m unterbricht. Darauf zieht die Feder J den Hebel C zurück, das Sperrad A schreitet in Folge dessen um einen Zahn vorwärts. Nachdem der Kontakt bei m durch das Zurückgehen des Hebels C wieder hergestellt ist, wiederholt sich dasselbe Spiel von neuem. Auf diese Weise erhält der Zeiger eine schnelle, schrittweise Bewegung. — Wird der mit dem Punkte m verbundene Draht nicht direkt zur Batterie geführt, sondern mit einem Liniendraht verbunden, welcher an einer entfernten Station durch einen gleichen Apparat und dann zur Erde geht, und wird auch der ursprünglich mit m verbundene Batteriepol an Erde gelegt, so werden die beiden Zeigerapparate in gleichem Tempo arbeiten und ihre Zeiger stets gleichzeitig auf dieselben Buchstaben weisen.

Das Zifferblatt ist von einer Anzahl von Tasten umgeben, von welchen einige in Fig. 20 sichtbar sind. Unter jeder Taste befindet sich ein Stift o, welcher durch dieselbe heruntergedrückt und dadurch dem Arme M in den Weg gestellt werden kann. Die Stifte o sind so angebracht, dass der Arm M in dem Augenblick aufgehalten wird, in welchem der Hebel C seine Rückwärtsbewegung beginnen will. Die Wiederherstellung des Kontaktes bei m wird dadurch verhindert, Sperrad und Zeiger machen Halt

und zwar der Zeiger über dem zu telegraphirenden Buchstaben. Wird die Taste losgelassen, so geht der Stift *o* in die Höhe, der Hebel *C* fällt zurück, stellt den Kontakt bei *m* wieder her und das Sperrad setzt seine Bewegung fort. Wenn in Folge von Stromverlust auf der Linie oder aus anderen Gründen der eine Apparat von einem stärkeren Strome durchflossen wird, als der andere, so schadet das nichts, da keiner der Elektromagnete in Wirksamkeit treten kann, ehe die Strombahn in beiden Apparaten geschlossen ist; der schneller gehende Apparat muss stets auf den langsameren warten, ehe ein neuer Hub beginnen kann. Die Federn *J* wird man so einstellen, dass der vom schwächeren Strom durchflossene Apparat bei seiner Bewegung den geringeren Widerstand zu überwinden hat. Es versteht sich von selbst, dass man nicht nur zwei sondern auch noch mehr Apparate derselben Art in denselben Stromkreis einschalten kann[1]).

Wecker. — In Figur 20 sind Q, Q' die Pole des Wecker-Elektromagneten; die um die Axe *r* drehbare Armatur *R* desselben trägt den Hebel *S* und den langen Arm *T* mit dem gegen die Glocke *U* schlagenden Hammer T'. Der Arm *T* wird von der Feder *V* zurückgehalten; zur Adjustirung dieser Feder dient die Schraube *v*. Der Hebel *S* ist mit zwei kleinen Stiften von Elfenbein oder anderem isolirenden Material ausgerüstet; durch den Stoss derselben wird die Gabel *W* um ihre Axe *t* gedreht und abwechselnd gegen den isolirten Stift *Y* und den Kontakt *X* getrieben. Der Kontakt zwischen *W* und *X* wird durch eine schwache Feder *w*, ähnlich der oben mit *n* bezeichneten, gesichert. Die Schraube *s* drückt auf eine Feder *u*, welche dazu dient, die Gabel *W* in der Lage zu erhalten, in welche sie durch den Stoss des Hebels *S* getrieben wird. Geht Strom durch die Windungen des Elektromagneten Q,Q', so wird die Armatur *R* angezogen, und der Hammer T' schlägt gegen die Glocke *U*. In demselben Augenblicke wird der Kontakt zwischen *X* und *W* aufgehoben,

[1]) Wenn mehrere Zeigerapparate in dieselbe Leitung eingeschaltet werden, so bewirkt die Unterbrechung des Stromes in dem Apparat, welcher die Anziehung seines Ankers zuerst vollendet, gleichzeitig die Unterbrechung des Stromes in der ganzen Leitung, in den übrigen Apparaten findet also eine wirkliche Selbstunterbrechung nicht statt. Es wurde deshalb folgende — am 7. Februar 1852 in Preussen patentirte — Einrichtung getroffen, zu deren Darstellung der Kürze wegen Fig. 20 benutzt worden ist. Der oscillirende Anker *C* erhielt nahe seinem Drehpunkte eine Feder *y*, deren Anschlag gegen die am Metallstücke *z* sitzende Kontaktschraube bewirkte, dass nach Vollendung des Hubes oder schon während desselben eine direkte Verbindung des Leitungsdrahtes mit der Erde (resp. bei Mittelapparaten der beiden Leitungsdrähte mit einander) hergestellt wurde, welche während der Hälfte des Abfalls des Ankers fortdauerte und so den übrigen in derselben Leitung befindlichen Apparaten Zeit liess, den Anzug ihrer Anker zu vollenden und selbst den Strom zu unterbrechen. Durch diese Einrichtung wurde auch bei minder sorgfältiger Einstellung der einzelnen Apparate stets ein sicheres Zusammengehen derselben erzielt.

die Armatur durch die Feder V zurückgezogen und dadurch W wieder gegen X getrieben, worauf dasselbe Spiel zum zweiten Mal beginnt.

Stromlauf (Fig. 21). Z ist ein um die Axe z drehbarer Hebel, der entweder mit der metallischen Feder T oder mit der gegenüberstehenden Feder R in Kontakt gebracht werden kann. Z ist mit der Klemmschraube E und diese mit Erde leitend verbunden. Von der Feder R führt ein Draht zu den Windungen des Weckermagneten W, welche andrerseits durch die Klemmschraube L mit der Linie in Verbindung stehen. Der Zinkpol der Batterie liegt an der Feder T, der Kupferpol an der Schraube C', welche durch die Windungen des Zeigerelektromagneten Zg hindurch mittelst der Klemmschraube L ebenfalls mit dem Liniendraht verbunden ist. Der Liniendraht führt zur Klemme E des Apparates der nächsten Station; von der Klemme L desselben führt die Leitung weiter bis zur Klemme E des dritten Apparates und so fort bis zum letzten Apparat, dessen Klemme L an Erde liegt. Auf jeder Station sind Zink- und Kupferpol der Batterie bez. mit Z' und C' verbunden. — Wenn nicht telegraphirt wird, lässt man die Hebel Z in Kontakt mit den Federn R. Wird aber der Hebel Z eines Apparates nach T hinübergelegt, so werden dadurch Batterie und Zeigerelektromagnet dieses Apparates in den Stromkreis eingeschaltet, der ausserdem noch die Weckermagneten aller übrigen Stationen enthält. Es ertönen in Folge dessen die Wecker auf diesen Stationen. Dass der Zeiger der anrufenden Station in Bewegung geräth, wird dadurch verhindert, dass die Federn, welche dem Anzuge der Zeigerarmaturen entgegenwirken, erheblich stärker gemacht werden, als die Federn der Weckerarmaturen. — Durch die Wecker aufmerksam gemacht, legen nunmehr die Beamten aller angerufenen Stationen die Hebel Z ihrer Apparate nach T hinüber, und sowie auf diese Weise alle Wecker aus dem Stromkreise ausgeschaltet, dafür alle Batterien und Zeiger eingeschaltet sind, erlangen die Ströme genügende Dauer, um die Zeiger in Bewegung zu setzen, worauf durch Niederdrücken der Tasten in der oben beschriebenen Weise telegraphirt wird.

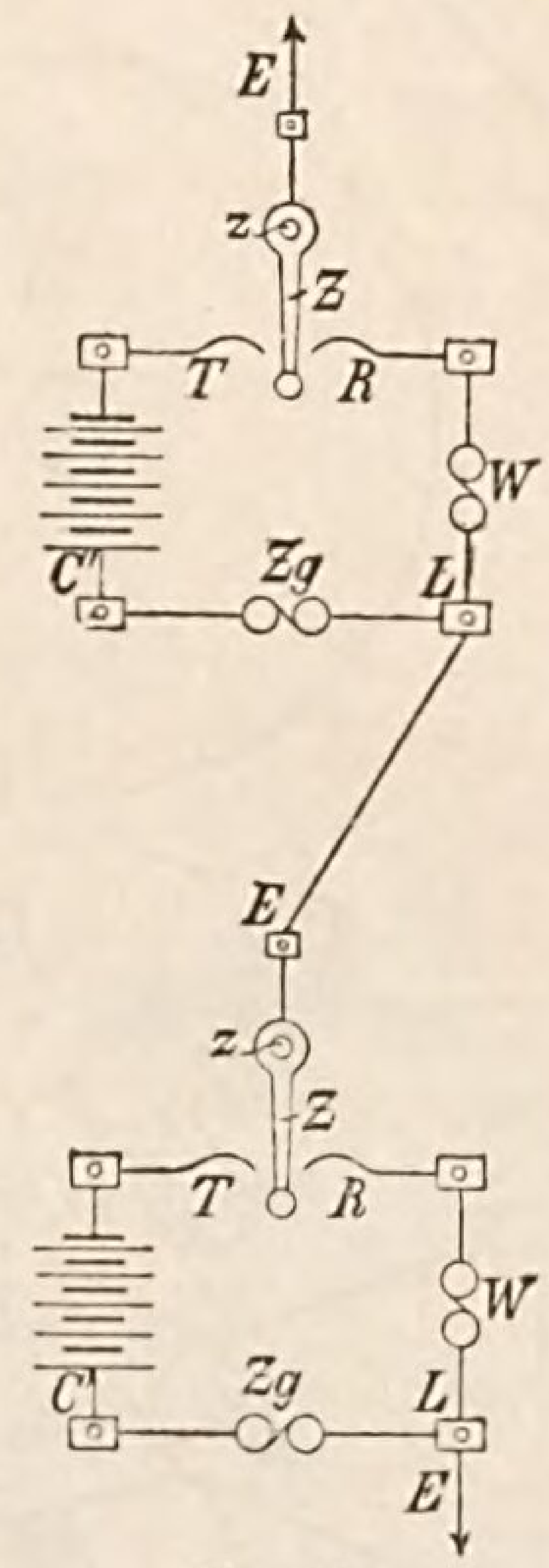


Fig. 21.

Wünscht man eine Station für einige Zeit aus dem Kreise auszuschalten, so geschieht das durch Verbindung der Klemmen E und L entweder durch einen Draht oder mittelst Umschalters oder Stöpsels. Man darf dann nicht vergessen, den Zeiger vor dem Wiedereinschalten in seine richtige Stellung zu bringen, da seine Angaben sonst mit denen der übrigen nicht in Einklang stehen würden. Um den Zeiger mit der Hand zu verstellen, braucht man nur auf den Knopf 3 zu drücken, welcher mit Hülfe des Winkelhebels 4 die Zeigerarmatur bewegt.

V. Drucktelegraphen.

Die Fig. 22 und 23 zeigen Grundriss und Aufriss eines Drucktelegraphen mit Schrittbewegung. *A*, *A'* sind die Pole eines Elektromagneten A^2 dessen um die Axe *b* drehbare Armatur *B* mit einem langen Hebel *C*,

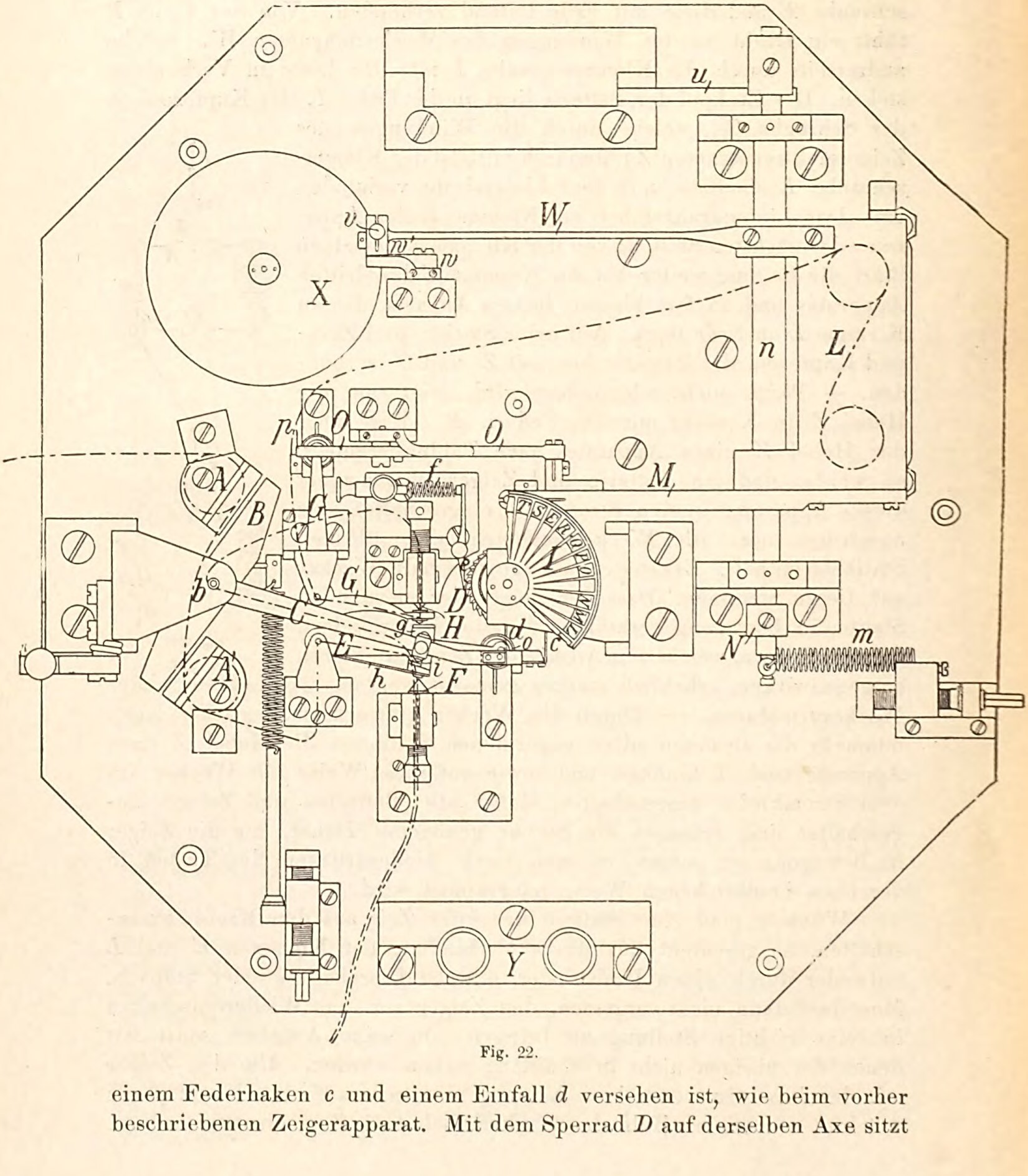


Fig. 22.

einem Federhaken *c* und einem Einfall *d* versehen ist, wie beim vorher beschriebenen Zeigerapparat. Mit dem Sperrad *D* auf derselben Axe sitzt

das Typenrad *I*, welches aus einer Anzahl von Blattfedern besteht, die — mit Ausnahme einer oder zweier — Typen an ihren Enden tragen. Die Reihenfolge dieser Typen ist eine solche, dass das Druckinstrument, wenn es mit einem Zeigerapparat in denselben Kreis geschaltet wird, stets denjenigen Buchstaben zum Druck darbietet, auf welchen der Zeiger des Zeigerapparates gerade weist. Ausser dem Hebel *E*, der Gabel *g*, der Feder *h* und der Kontaktspitze *F*, welche ganz dieselbe Rolle spielen, wie im Zeigerapparat, enthält der Druckapparat noch

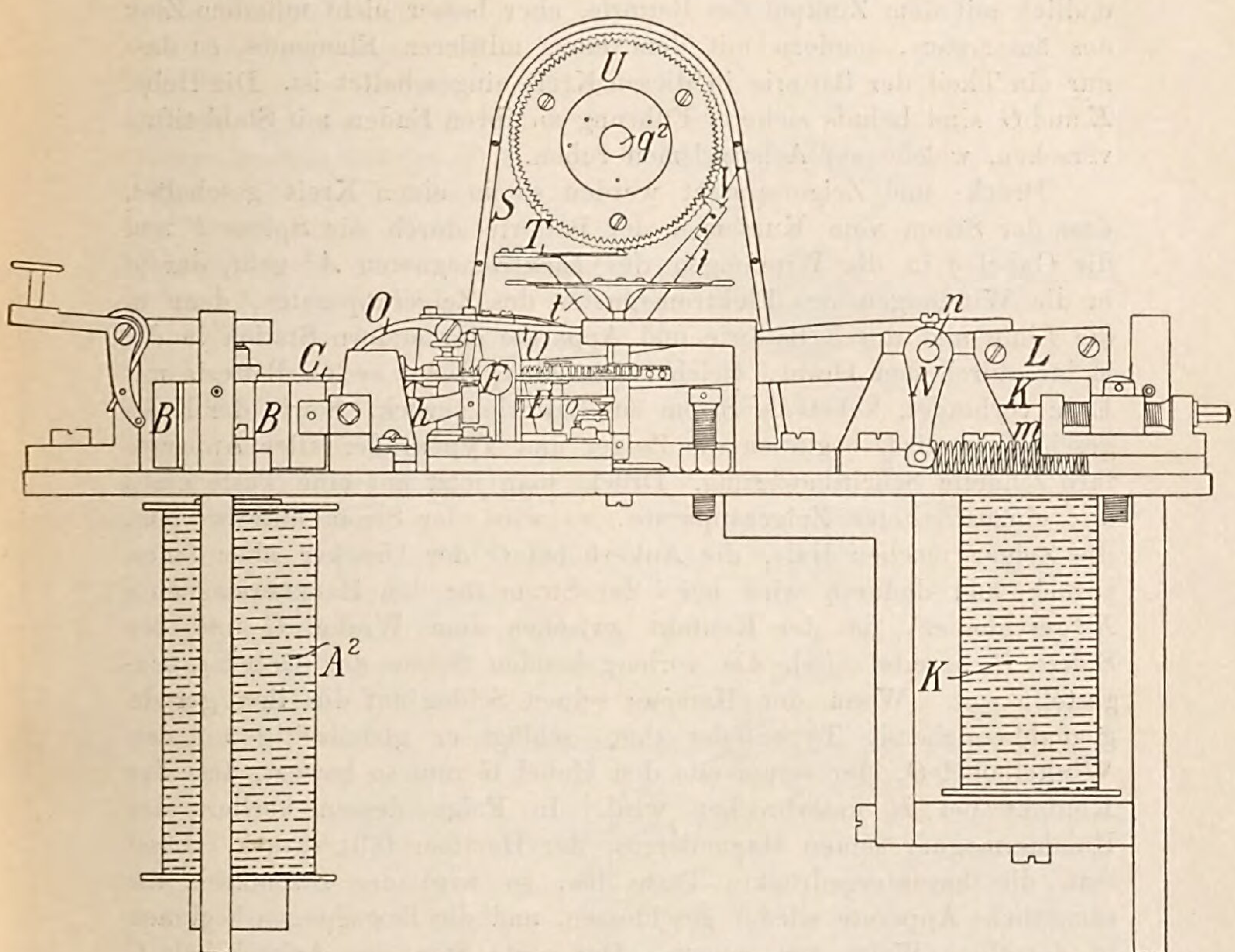


Fig. 23.

einen Winkelhebel *G*, welcher auf der Seite, wo er von der Gabel *g* getroffen wird, einen isolirten Anschlag besitzt, auf der andern Seite mit der Spitze *H* Kontakt giebt. Der Hebel *C* ist ferner mit einer Spitze *i* versehen, welche mit der Gabel *g* Kontakt hat, wenn der Apparat in Ruhe ist. Ein Batteriepol ist mit *F* verbunden; hier tritt der Strom in den Hebel *E* ein, durchläuft die Windungen des Elektromagneten A^2, geht dann durch den Zeigerapparat und aus diesem in die Linie. Der andere Pol der Batterie ist zur Erde abgeleitet.

Das Abdrucken der Typen auf den Papierstreifen geschieht durch den Schlag eines Hammers *M*, welcher an der Armatur *L* des kräftigen Elektromagneten *K* sitzt. Wenn der Anker *L* angezogen wird, schlägt der Hammer *M* auf den Rücken der gerade über ihm befindlichen Typenfeder. Durch die Feder *m*, welche auf den Hebel *N* wirkt, wird der Anker *L* wieder zurückgezogen. — Die Axe des Hebels *C* steht mit der Spitze *H* in leitender Verbindung, ebenso der Winkelhebel *G* mit den Windungen des Hammermagneten *K*, und die letzteren endlich mit dem Zinkpol der Batterie, aber besser nicht mit dem Zink des äussersten, sondern mit dem eines mittleren Elementes, so dass nur ein Theil der Batterie in diesen Kreis eingeschaltet ist. Die Hebel *E* und *G* sind behufs sicherer Führung an ihren Enden mit Stahlstiften versehen, welche auf Achatprismen ruhen.

Druck- und Zeigerapparat werden so in einen Kreis geschaltet, dass der Strom vom Kupferpol der Batterie durch die Spitze *F* und die Gabel *g* in die Windungen des Elektromagneten A^2 geht, darauf in die Windungen des Elektromagneten des Zeigerapparates, dann in die Linie und durch Batterie und Apparate der andern Station in die Erde; durch den Draht, welcher den Zinkpol der ersten Batterie mit Erde verbindet, kehrt der Strom zur Batterie zurück. Sowie der Kreis geschlossen wird, beginnen die Zeiger und Typenräder aller Apparate ihre schnelle Schrittbewegung. Drückt man jetzt auf eine Taste eines der eingeschalteten Zeigerapparate, so wird der Strom unterbrochen, die Zeiger machen Halt, die Ankerhebel *C* der Drucker aber fallen zurück und dadurch wird bei *i* der Strom für den Hammermagneten *K* geschlossen, da der Kontakt zwischen dem Winkel *G* und der Spitze *H* bereits durch die vorhergehenden Stösse der Gabel *g* hergestellt war. Wenn der Hammer seinen Schlag auf die ihm gerade gegenüberstehende Typenfeder thut, schlägt er gleichzeitig auf den Winkelhebel *O*, der seinerseits den Hebel *G* nun so bewegt, dass der Kontakt bei *H* unterbrochen wird. In Folge dessen verliert der Hammermagnet seinen Magnetismus, der Hammer fällt zurück. Lässt man die heruntergedrückte Taste los, so wird der Stromkreis für sämmtliche Apparate wieder geschlossen, und die Bewegungen beginnen in derselben Weise von neuem. Der erste Stoss des Ankerhebels *C* in den Druckern stellt den Kontakt zwischen dem Winkelhebel *G* und der Spitze *H* wieder her; man sieht auch, dass bei jedem Zurückgehen des Hebels *C* der Stromkreis des Hammermagneten bei *i* für einen Augenblick geschlossen wird, aber nicht lange genug, um den starken und trägen Hammermagneten seinen Anker anziehen zu lassen.

Der Druck geschieht mit Hülfe der Walze *Q*, Fig. 24 und 25, welche aus vielen stark zusammengepressten und zwischen zwei Metallscheiben *r* gefassten Papierscheiben besteht. Diese Walze ist auf der Drehbank abgedreht und mit einer Farbe aus Oel und Lampenschwarz bestrichen,

welche so trocken gehalten wird, dass sie den mittelst der beiden Röllchen *R*, *R* an der Walze *Q* vorbeigeführten Papierstreifen bei blosser Berührung nicht schwärzt, sondern erst der Schlag des Hammers die getroffene Type auf der dem Cylinder zugekehrten Seite des Papiers abdruckt. Das auf der Axe *q* der Farbwalze sitzende Sperrad *S* (Fig. 23) wird durch den Haken *T* des Hebels *t* getrieben, welcher letztere durch die mittelst Hebelarmes an der Welle *n* der Hammerarmatur befestigte Triebstange *u* seine Bewegung erhält. *U* ist ein Zahnrad, welches vom Haken *V* am Hebel *t* gehemmt wird. Auf diese Weise wird die Farbwalze nach jedem Hammerschlag um eine Zahnbreite gedreht und zugleich der Papierstreifen um die Breite eines Buchstaben verschoben. Zwei Felder auf dem Zifferblatt der Zeiger und die entsprechenden Federn der Typenräder sind leer gelassen. Trifft der Hammer eine solche typenlose Feder, so geht er etwas weiter, als wenn er auf eine Feder mit Type schlägt; in Folge dessen stösst der an der Armatur befestigte Hebel *W* gegen die Schraube *v* an dem horizontalen Arm *w'* des Winkelhebels *w* (Fig. 25) und treibt dadurch den vertikalen Arm desselben gegen die Glocke *X*. Drückt der Telegraphist nach jedem Worte eine der leeren Tasten, so erkennt er an dem Ertönen der Glocke sofort, dass Zeiger und Drucker sich in der gehörigen Uebereinstimmung befinden.

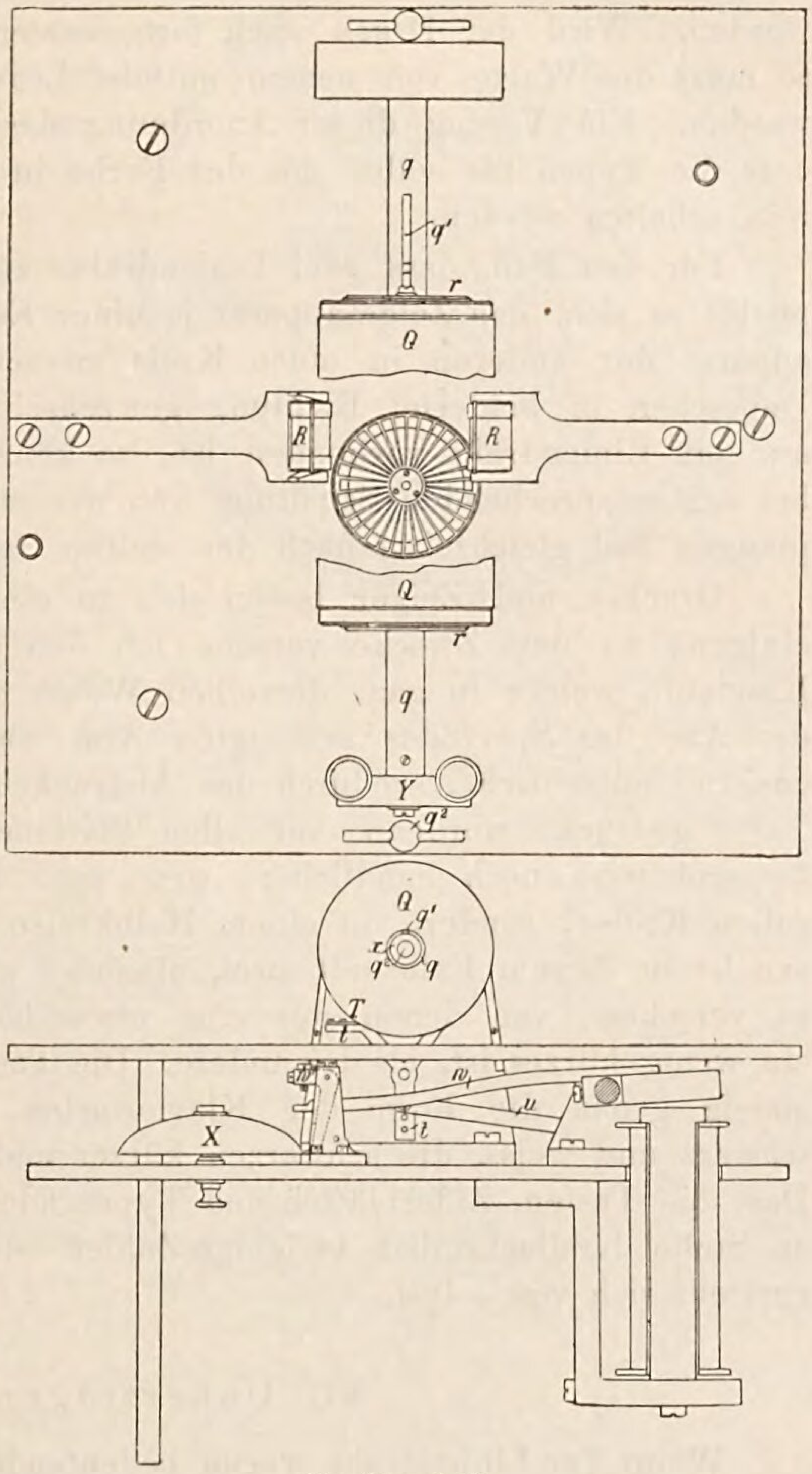


Fig. 24 und 25.

Die Welle *q* der Walze *Q* (Fig. 24 und 25) ist hohl und enthält in

ihrem Inneren eine lange, feingängige Schraube q^2, welche im Träger Y unbeweglich befestigt ist. Eine auf dieser Schraube sitzende Mutter x ist mittelst Feder durch einen Längsschlitz q^1 der Welle hindurch mit der Farbwalze Q fest verbunden. Auf diese Weise ist also die Umdrehung der Walze mit einer langsamen Verschiebung in ihrer Längsrichtung verbunden, so dass immer neue Theile der Walze zum Druck benutzt werden. Wird der Druck nach fortgesetztem Gebrauche zu schwach, so muss die Walze von neuem mittelst Lederballs mit Farbe betupft werden. Ein Vorzug dieser Anordnung des Druckapparates ist der, dass die Typen nie selbst mit der Farbe in Berührung kommen, also rein erhalten werden.

Für den Fall, dass zwei Liniendrähte zur Verfügung stehen, empfiehlt es sich, den Zeigerapparat je einer Endstation mit dem Druckapparat der anderen in einen Kreis zu schalten, da so gleichzeitig Depeschen in beiderlei Richtung gewechselt werden können. Wenn nur ein Liniendraht vorhanden ist, so können die Zwischenstationen bei der entsprechenden Schaltung von der einen Seite Depeschen empfangen und gleichzeitig nach der andern Seite solche absenden.

Drucker und Zeiger lassen sich in einen einzigen Apparat vereinigen; zu dem Zwecke versehe ich den Drucker selbst mit einer Klaviatur, welche in ganz derselben Weise, wie beim Zeiger, einen an der Axe des Sperrades befestigten Arm aufhält und so den Strom dauernd unterbricht, wodurch das Abdrucken des Buchstabens, dessen Taste gedrückt worden, auf allen Stationen veranlasst wird. Der Apparat wird noch handlicher, wenn man die Tasten nicht in einem vollen Kreise, sondern in einem Halbkreise anordnet. Die Sperradaxe ist in diesem Falle mit zwei, einander gegenüberstehenden Armen zu versehen, von denen der eine etwas höher oder tiefer steht und ein wenig kürzer ist, als der andere. Die Tasten selbst erhalten zweckmässig genau die Form der Klaviertasten, d. h. sind abwechselnd schwarz und weiss, die schwarzen kürzer und höher als die weissen. — Dass die Tasten, Zifferblätter und Typenräder der Zeiger und Drucker an Stelle der Buchstaben beliebige Zahlen oder Chiffren tragen können, versteht sich von selbst.

VI. Uebertrager.

Wenn der Liniendraht wegen bedeutender Länge oder aus anderen Gründen grossen Widerstand bietet, finde ich es vortheilhaft, die oben beschriebenen Zeiger- und Druckapparate, sowie die Wecker durch Lokalbatterien zu betreiben, den Linienstrom selbst nur auf Uebertrager wirken zu lassen, welche den Lokalstrom abwechselnd schliessen und öffnen. Das Oeffnen und Schliessen des die Uebertrager durchfliessenden Stromes bewirkt der Hebel, welcher die Schrittbewegung

der Apparate hervorruft. Diese Wechselwirkung ermöglicht beim schwächsten Linienstrome noch schnelles Arbeiten.

Die Form der Uebertrager kann eine sehr mannigfache sein; Fig. 26 zeigt ein Beispiel. 5 und 6 sind die Pole eines unter der Deckplatte liegenden Elektromagneten. 8 ist der um die Axe 9 drehbare Anker, welcher durch die vermittelst der Schraube 2 adjustirbare Feder 1 solange gegen das isolirte Köpfchen 7 gezogen wird, als kein Strom durch die Windungen des Elektromagneten geht. Wird aber der Anker 8 angezogen, so legt er sich gegen die metallische Spitze 4 und schliesst damit den Lokalkreis.

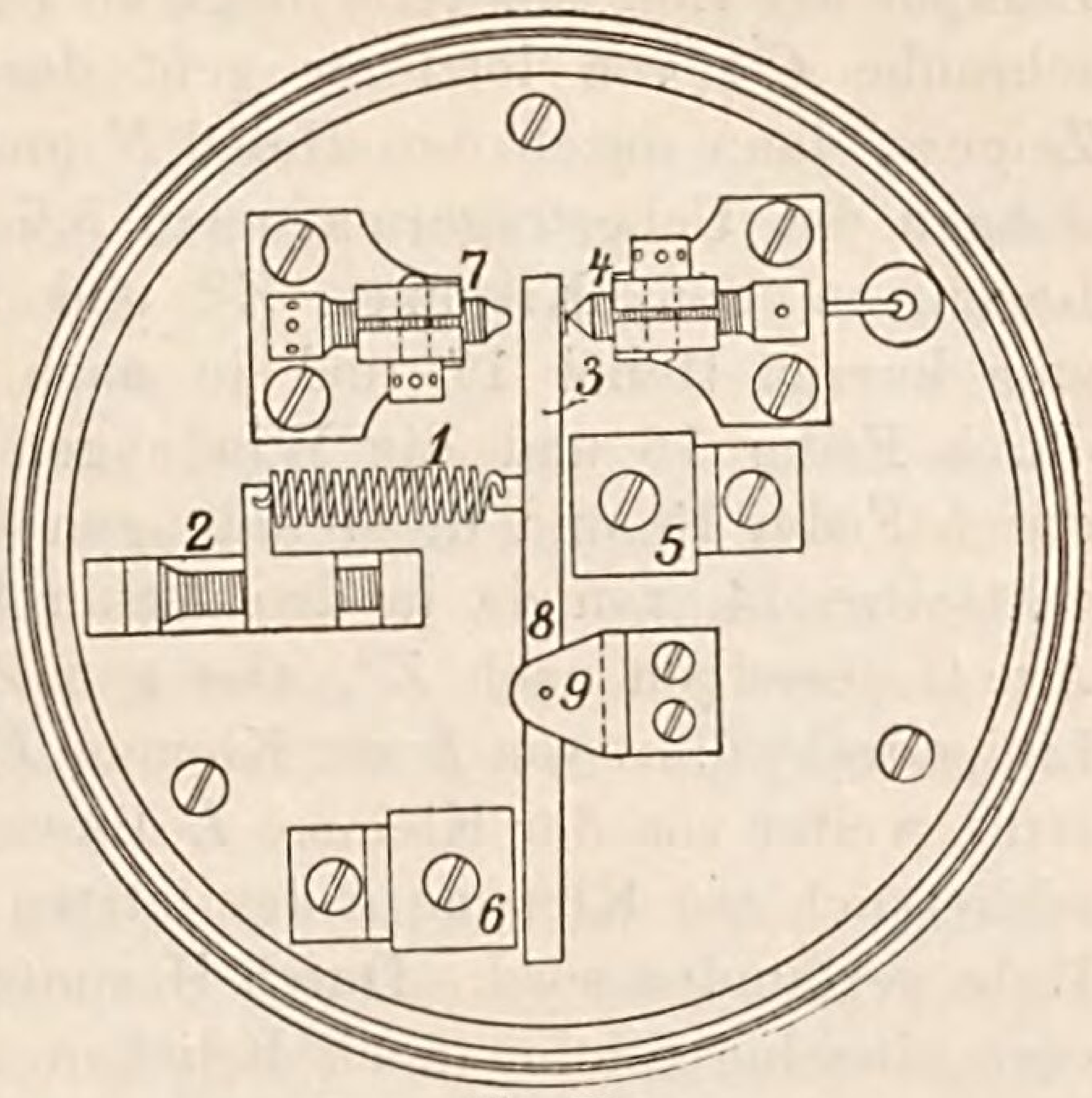


Fig. 26.

Ueber den Stromlauf bei Anwendung eines Uebertragers ist Folgendes zu bemerken (Fig. 27). Zu den früheren beiden Federn *T* und *R* — hier mit 1 und 2 bezeichnet — kommen jetzt noch zwei andre 15 und 16 hinzu, mit denen der kurze, unter dem Hebel *Z* liegende und deshalb punktirt gezeichnete Hebel 17 in Kontakt gebracht werden kann. Die beiden Hebel sind durch einen Elfenbeinstift 18 mit ein-

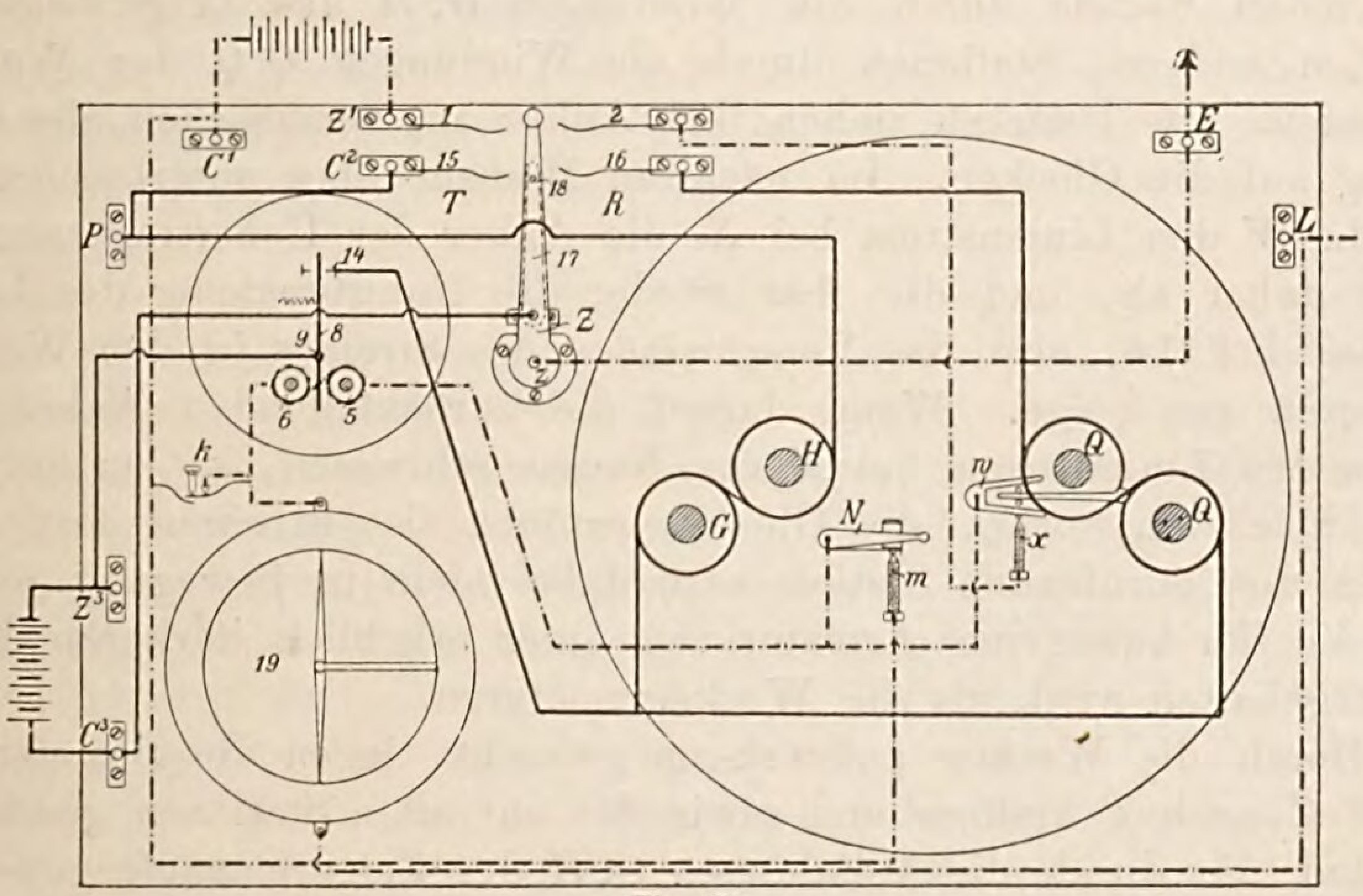


Fig. 27.

ander verbunden, machen also immer dieselbe Bewegung, ohne doch in leitender Verbindung mit einander zu stehen. Der Hebel *Z* ist durch die Klemmschraube *E* mit Erde verbunden. Von Feder 2 führt

ein Draht zur Kontaktspitze X des Weckers; der Stützpunkt der Gabel W steht mit den Windungen des Uebertragermagneten 5,6 in Verbindung, und von diesen gelangt der Strom durch das Galvanometer 19 hindurch zur Klemmschraube L und in den Liniendraht. Der Zinkpol der Linienbatterie liegt an Feder 1, der Kupferpol an Klemmschraube C'; von letzterer geht der Strom zur Kontaktspitze m des Zeigers, dann durch den Hebel N und von diesem wieder in die Windungen des Uebertragermagneten 5,6. — Die Pole der Lokalbatterie liegen an den Klemmen Z^3 und C^3. Der Strom geht von C^3 zum kurzen Hebel 17 und je nach der Stellung desselben entweder durch Feder 16 und die Windungen des Weckermagneten Q, Q, oder durch Feder 15 und die Windungen des Zeigermagneten G, H zur Kontaktspitze 14, von da in den Anker 8 des Uebertragers und durch die Axe 9 desselben nach Z^3, also zum Zinkpol der Batterie zurück. Der Liniendraht führt von L zur Klemme E des zweiten eingeschalteten Apparates, weiter von der Klemme L dieses zur Klemme E des dritten u. s. w. schliesslich zur Klemme E des letzten Apparates, dessen Klemme L mit Erde verbunden wird. Durch Herunterdrücken des Knopfes k kann sich eine einzelne Station nach Belieben aus dem Stromkreise ausschalten. Wenn nicht telegraphirt wird, liegen die Hebel Z aller Apparate auf der Seite R. Legt jetzt eine Station ihren Hebel Z nach T hinüber, so geht der Strom der Linienbatterie dieser Station in die Leitung, erregt die Uebertragermagnete auf allen Stationen und schliesst dadurch die Kontakte 14 sämmtlicher Lokalkreise. Der Lokalstrom geht nun auf der anrufenden Station durch die Windungen G, H des Zeigermagneten, auf den anderen Stationen durch die Windungen Q, Q der Weckermagneten. Die letzteren ziehen ihre Anker an, verursachen also einen Schlag auf die Glocken. Im nächsten Moment aber unterbrechen die Gabeln W den Linienstrom bei X, die Anker der Uebertragermagnete fallen daher ab, und dies hat wieder die Unterbrechung des Lokalstromes bei 14, also das Verschwinden des Stromes in den Weckermagneten zur Folge. Wenn darauf die zurückfallenden Anker derselben den Linienstrom bei X von Neuem schliessen, so beginnt dasselbe Spiel von vorne, die Glocken ertönen also in einem fort. Der Zeiger der anrufenden Station wird dabei nicht in Bewegung gesetzt, weil die ihn bewegende Armatur von einer erheblich stärkeren Feder zurückgehalten wird, als die Weckerarmaturen.

Durch die Wecker aufmerksam gemacht, legen die Beamten die Hebel Z nach T hinüber und sowie das auf allen Stationen geschehen ist, sind die durch die Windungen G, H der Zeigermagnete gehenden Lokalströme im Stande, die Ankerhebel anzuziehen; diese verschieben kurz vor dem Ende ihres Hubes die Gabeln k und unterbrechen dadurch den Linienstrom bei m. In Folge dessen fallen die Anker der Uebertrager ab, öffnen also den Lokalstrom bei 14, und wenn nunmehr

die Anker der Zeigermagnete *G*, *H* zurückgehen, werden die Sperrräder der Zeiger um einen Zahn vorwärts getrieben. Gleichzeitig ist der Linienstrom bei *X* wieder geschlossen, und dasselbe Spiel beginnt von Neuem. Alle diese Bewegungen folgen äusserst schnell aufeinander; das Telegraphiren geschieht durch Drücken der Tasten ganz so, wie wenn kein Uebertrager benutzt wird.

Soll mit dem Zeigerapparat ein Drucker verbunden werden, so braucht man nur die Windungen des Typenradmagneten in den Draht einzuschalten, welcher Klemme *P* (Fig. 27) mit Feder 15 verbindet. Das Typenrad bewegt sich dann synchron mit dem Zeiger des Zeigerapparates. Der Hammermagnet kann durch eine zweite Lokalbatterie oder durch einen Theil der für den Zeigerapparat aufgestellten Batterie getrieben werden. Im Allgemeinen aber ist es am zweckmässigsten, überhaupt nur eine grössere Batterie aufzustellen und dieselbe ganz für den Linienkreis, Unterabtheilungen derselben für die Lokalkreise zu benutzen.

Die Konstruktion der Uebertrager ist, wie schon oben bemerkt wurde, sehr verschiedener Variationen fähig; hier sei noch ausdrücklich hervorgehoben, dass alle die in den Fig. 14—17 vorgeführten Anordnungen für diesen Zweck benutzt werden können.

Wohlverstanden erhebe ich nicht allgemein Anspruch auf den Gebrauch von Uebertragern, um den Strom einer Lokalbatterie zu schliessen, sondern erhebe diesen Anspruch nur für den Fall, dass ein Uebertrager und ein Telegraphenapparat mit Selbstunterbrechung derartig verbunden werden, dass der erstere den Strom des letzteren und der letztere den Strom des ersteren abwechselnd schliesst und öffnet. Diese Wechselwirkung ermöglicht es, die Apparate durch Lokalbatterien in schnelleren Gang zu versetzen, als es sonst möglich wäre.

VII. Wecker.

Zur Konstruktion von Weckern benutze ich dasselbe Prinzip, auf welchem die oben beschriebenen Zeiger- und Druckapparate beruhen. Der oscillirende Anker trägt in diesem Falle an seinem Ende keinen Sperrhaken, sondern ein Hämmerchen, welches gegen eine Glocke schlägt. Zum Betriebe der Wecker kann der Linienstrom selbst oder ein Uebertrager der oben beschriebenen Art mit Wechselwirkung benutzt werden. Eine Konstruktion mit Uebertrager ohne Wechselwirkung zeigt Fig. 28.

Wenn die Armatur *B* des Elektromagneten *A* entgegen der Wirkung der Feder *C*, welche sie am Anschlage *D* festzuhalten sucht, angezogen wird, so legt sich dieselbe gegen das Metallstück *E* und schliesst dadurch den Lokalstrom. Dieser erregt den Elektromagneten *G*, zwischen dessen Polen *F*, *F* die mit dem Hämmerchen *J* und dem Arme *L* ausgerüstete Armatur *H*, *H* um die Axe *I* drehbar ist. Die

beiden Elfenbeinstifte am Arme *L* schieben die Gabel *M* hin und her und unterbrechen so bei jeder Oscillation des Ankers *H*, *H* den Kontakt derselben mit der Spitze *N*. Der eine Pol der Lokalbatterie ist mit dem Metallstück *E*, der andere durch die Windungen des Elektromagneten *G* mit der Spitze *N* verbunden; ausserdem führt ein Draht von der Gabel *M* zur Armatur *B*.

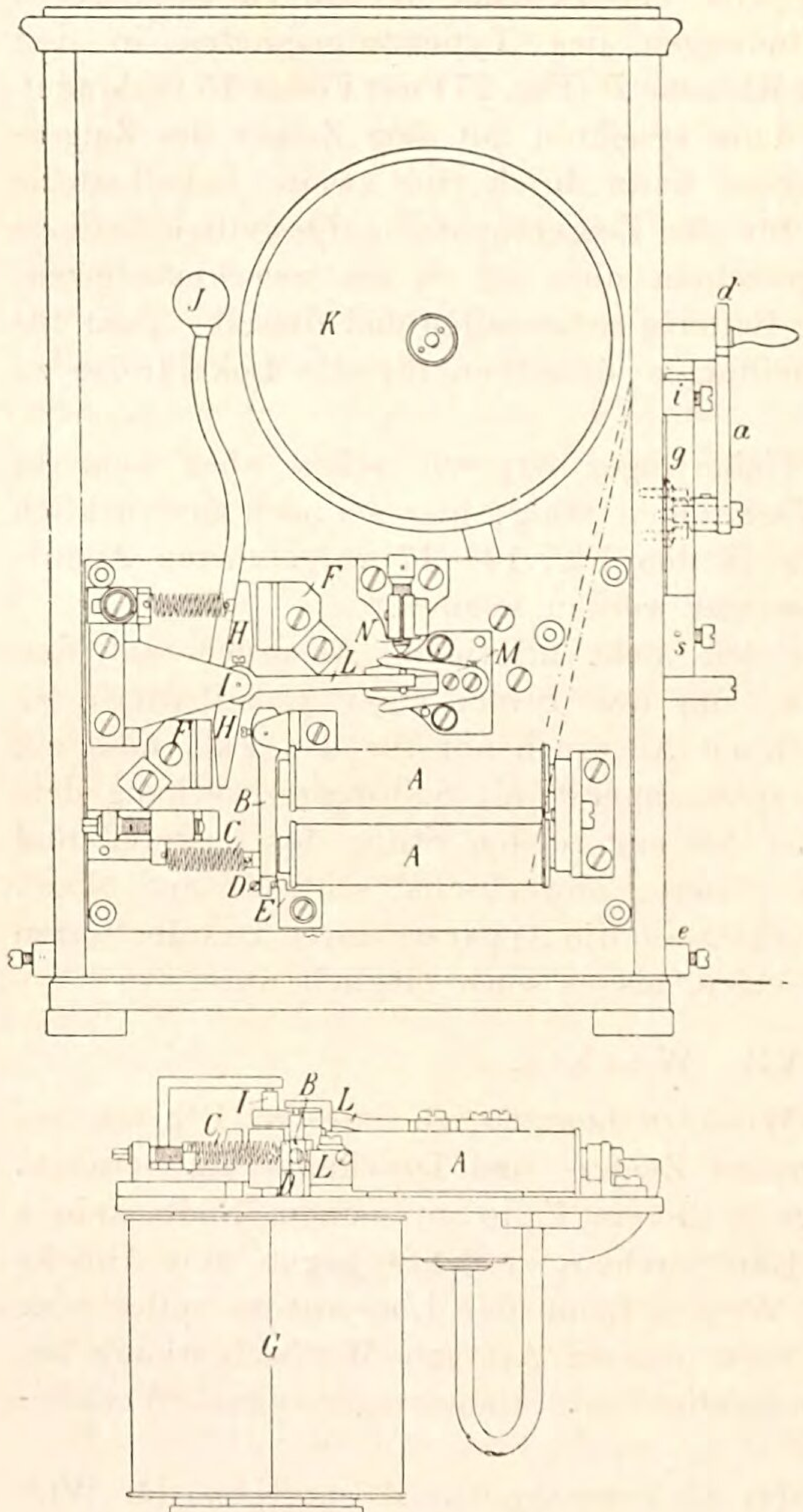


Fig. 28.

Ein solcher Wecker eignet sich besonders dazu, den Zwischenstationen Anfang und Ende durchgehender Depeschen anzuzeigen und dadurch Störungen derselben zu verhüten. Zu dem Zwecke wird der Elektromagnet *A* stets in den Linienkreis eingeschaltet, wenn der Zeigerapparat ausgeschaltet ist, und die Feder *C* wird so justirt, dass die intermittirenden Ströme, welche die Zeiger der mit einander correspondirenden Endstationen treiben, die Armatur *B* nicht anzuziehen vermögen. Nach beendeter Correspondenz drücken die Beamten dieser beiden Stationen auf die Ausschaltknöpfe, welche die Zeiger — aber nicht die Batterien ausschalten — und der nunmehr durch die Linie gehende kontinuirliche Strom zieht die Armatur *B* dauernd gegen das Metallstück *E*; der Wecker ertönt solange, als dieser Strom dauert. — Man kann den Wecker ferner auch dazu benutzen, mit Hülfe ein für allemal festgesetzter Signale einzelne Stationen aufzurufen und zum Einschalten ihrer Zeigerapparate zu veranlassen.

Fig. 29 zeigt die Vorderansicht des Commutators, welcher die er-

forderlichen Umschaltungen ermöglicht. Die nach entgegengesetzten Seiten fortführenden Liniendrähte *s* und *t* stehen mit den Federn *g* und *h* in leitender Verbindung. Mit dem um die Axe *b* drehbaren Hebel *a* ist ein eigenthümlich geformtes Ebonitstück *f* verbunden, welches diese Federn bei der in der Figur gezeichneten Hebelstellung gegen die Klemmen *i* und *k* presst. Wird der Hebel *a* heruntergelegt, so berühren die Federn *g* und *h* die Stifte *m* und *n*, an welche die Enden der Windungen des Elektromagneten *A* geführt sind. Der Linienstrom geht dann aus der Leitung *s* durch Feder *g*, Stift m, Windungen des Elektromagneten *A*, Stift *n* und Feder *h* in die Leitung *t*. Zwischen den Klemmen *i* und *l* liegt ein Zeigerapparat mit Batterie, ebenso zwischen *k* und *l*. Von *l* führt ein Draht zum Hebel *a*, und die Feder *o*, mit welcher *a* in Kontakt gebracht werden kann, ist durch Vermittlung der Klemme *e* mit Erde verbunden. Hat der Hebel *a* die in der Figur gezeichnete Stellung, so kann erstens Strom aus der Leitung *s* durch Feder *g*, Klemme *i*, den einen Zeigerapparat, Klemme *l*, Hebel *a* und Feder *d* zur Erde fliessen, und zweitens auch Strom aus der Leitung *t* durch Feder *h*, Klemme *k*, zweiten Zeigerapparat, Klemme *l*, Hebel *a* und Feder *d* gleichfalls zur Erde gehen. Die Zwischenstation ist also bei dieser Hebelstellung Endstation für beide Linien *s* und *t* und kann unabhängig nach beiden Seiten correspondiren. Sie ist aber auch in der Lage, durchgehende Depeschen mitzulesen, wenn sie den Hebel *a* nur ein wenig von der Feder *d* entfernt, so dass seine Erdverbindung unterbrochen ist, denn dann muss der Linienstrom beide Zeigerapparate durchlaufen und in Bewegung setzen.

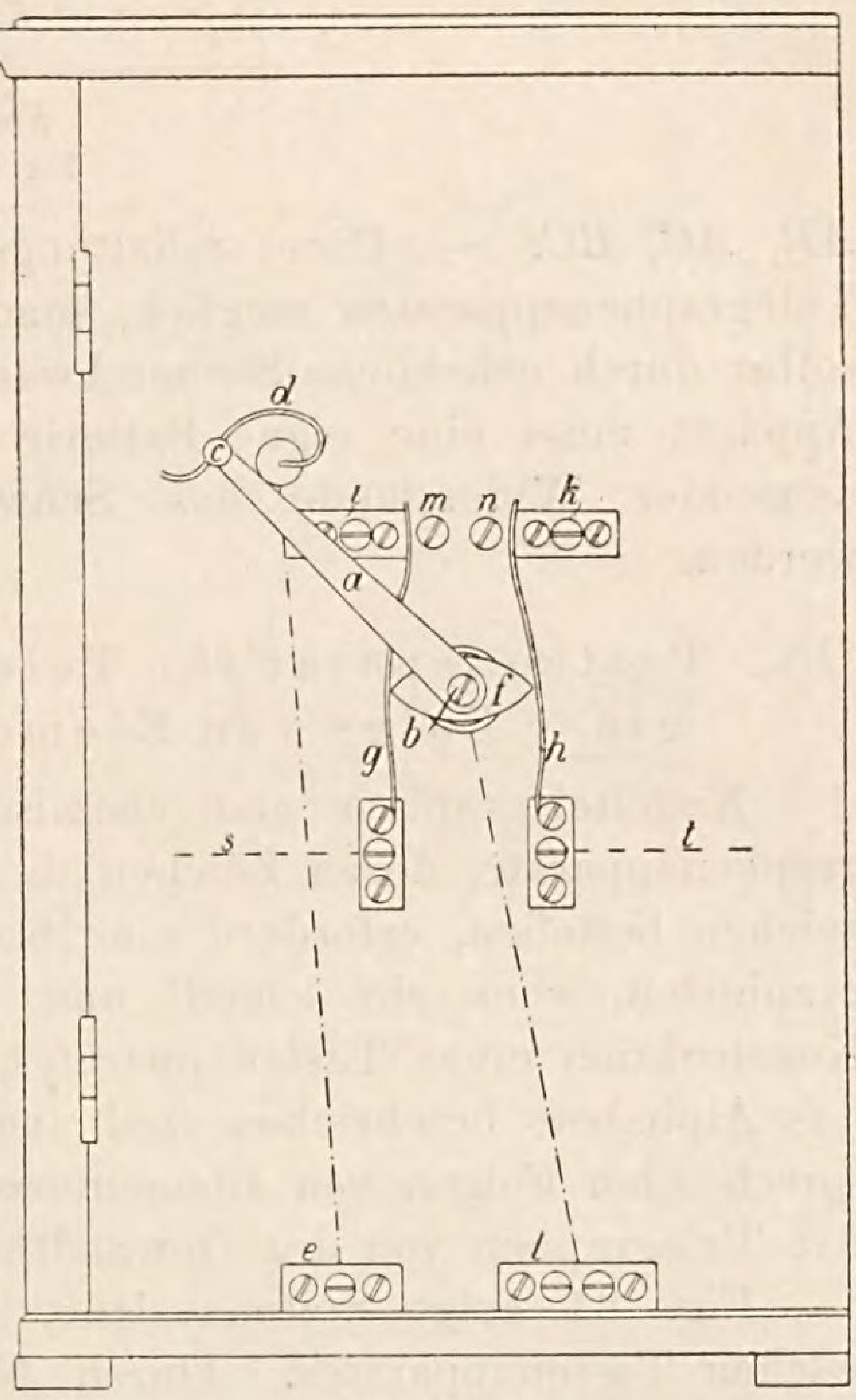


Fig. 29.

VIII. Combinationen mehrerer Leitungsdrähte.

Bisher wurde für jede Telegraphenlinie wenigstens ein Leitungsdraht gefordert und die Erde allgemein als Rückleitung benutzt. Sind zwei Stationen durch mehr als eine Leitung verbunden, so kann ich so viele meiner Telegraphenapparate mit denselben betreiben, als da

Paare von je zwei Leitungen vorhanden sind, die Erde als eine Leitung mitgezählt. So genügen 2 Drähte für 3 Apparate, 3 Drähte für 6 Apparate u. s. f. Fig. 30 zeigt die Schaltung für den letzteren Fall: *A*, *B*, *C* sind die 3 Drahtleitungen, *E* die Erde, die kleinen Kreise deuten die Apparate an; die 6 Stromkreise sind *AE*, *BE*, *CE*,

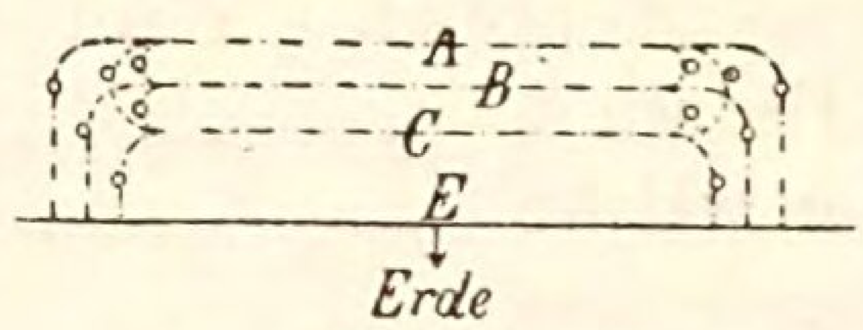


Fig. 30.

AB, *AC*, *BC*. — Diese Schaltungsweise ist nicht bei jeder Art von Telegraphenapparaten möglich, sondern nur bei solchen, welche sich selbst durch erhebliche Stromschwankungen nicht stören lassen. Jeder Apparat muss eine eigne Batterie haben und durch Einschalten bedeutender Widerstände das Schwanken der Stromstärke gemildert werden.

IX. Tastenapparat für Telegraphen, deren Zeichen in einer Folge von Elementarzeichen bestehen.

Nadeltelegraphen und chemische Telegraphen, überhaupt Telegraphenapparate, deren Zeichen in Combinationen gewisser Elementarzeichen bestehen, erfordern eine bedeutende Geschicklichkeit der Telegraphisten, wenn sie schnell und sicher arbeiten sollen. Durch die Konstruktion eines Tastenapparates, dessen Tasten mit den Buchstaben des Alphabets beschrieben sind und deren blosses Anschlagen die entsprechenden Folgen von Elementarzeichen hervorruft, mache ich diese Art Telegraphen von der Gewandtheit der Beamten unabhängig.

Fig. 31 zeigt Seitenansicht, Querschnitt und Grundriss eines solchen Tastenapparates. Durch Niederdrücken der aus isolirendem Material bestehenden Tasten *A*, *B*, *C* etc. werden je 2 der Federn *a*, *a'*; *b*, *b'*; *c*, *c'* etc. soweit gehoben, dass sie gegen die Holzleiste 3 und die vertikalen Kontaktschrauben der mit dieser Holzleiste verbundenen Metallschiene 4 schlagen. Die Federn *a*, *b*, *c* etc. sitzen auf der Metallschiene 1, die etwas kürzeren Federn *a'*, *b'*, *c'* etc. auf der von 1 isolirten Metallschiene 2. Der um seine Längsaxe drehbare Metallcylinder 5 trägt auf seiner Oberfläche eine Reihe von Metallstiften, welche bei der Umdrehung des Cylinders die eine oder die andre von zwei gerade gehobenen Federn niederdrücken und dadurch ausser Kontakt mit der Schiene 4 bringen. Schiene 1 ist mit der Erde, Schiene 2 mit dem Liniendraht verbunden; der eine Batteriepol liegt an Schiene 4, der andre am Cylinder 5. Drückt nun z. B. einer der Stifte dieses Cylinders die durch Druck auf Taste *B* gehobene Feder *b* herunter, so geht Strom von einem Batteriepol durch Feder *b'*, Schiene 2, Liniendraht, Empfangsapparat an Erde, um aus dieser durch

Schiene 1, Feder *b* und Cylinder 5 zum andern Batteriepol zurückzukehren. Würde statt *b* die Feder *b′* heruntergedrückt, so nähme der Strom denselben Weg in umgekehrter Richtung, brächte also auf der Empfangsstation ein Elementarzeichen der entgegengesetzten Art hervor. Die Stifte auf dem Cylinder 5 sind so angeordnet, dass bei einmaliger Umdrehung desselben eben die Folge von Elementarzeichen hervorgerufen wird, welche dem Buchstaben auf der gerade niedergedrückten Taste entspricht; Ströme von längerer Dauer werden durch mehrere dicht hinter einander stehende oder einzelne breitere Stifte hervorgebracht. Die Drehung des Cylinders 5 wird durch ein Uhrwerk bewirkt, zu dessen Regulirung ein Windfang oder eine zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten rotirende Eisenscheibe dient. Das Uhrwerk kann man auch durch eine elektromagnetische Maschine ersetzen und dieselbe gleich dazu benutzen, die zum Betriebe des Telegraphen nöthigen Ströme durch Induktion zu erzeugen.

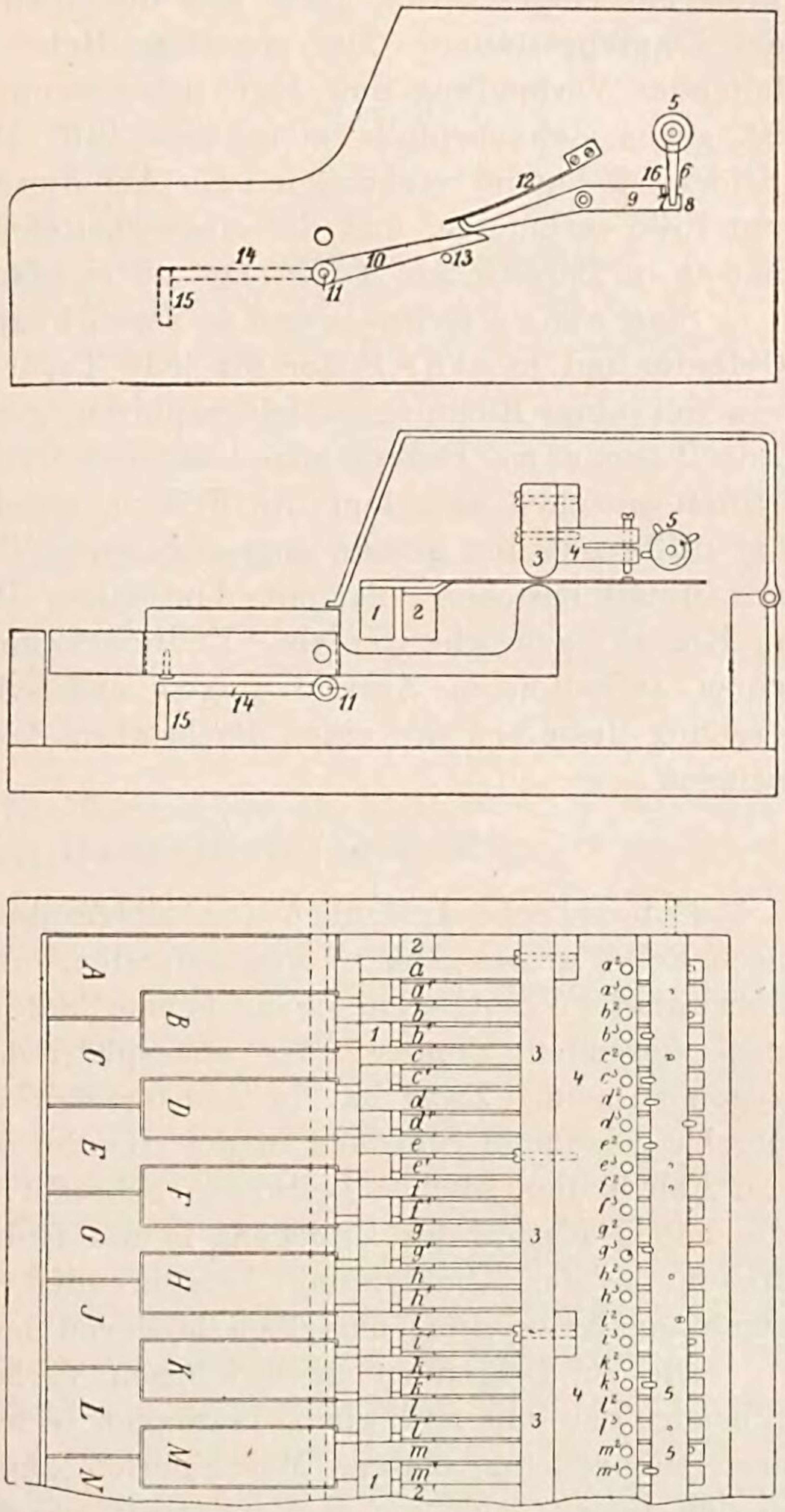


Fig. 31.

Wenn keine Taste heruntergedrückt ist, wird der an dem einen Ende des Cylinders 5 befestigte Arm 6 (Fig. 31) durch den Haken 8 des Hebels 9 festgehalten. Durch Drücken einer Taste wird die unter der Klaviatur liegende, durch mehrere an der Axe 11 sitzende Arme 14 getragene Leiste 15 heruntergedrückt; in Folge dessen hebt der Arm 10 den ihm anliegenden Theil des Hebels 9, entgegen der

Wirkung der Feder 12, soweit, dass Arm 6 frei wird, und nun rotirt der Cylinder 5 in Richtung des Pfeiles, bis der Arm 6 sich zunächst im Halter 16 des Hebels 9 fängt, um dann beim Loslassen der Taste wieder bis zum Halter 8 vorzurücken.

Der Telegraphenapparat der gebenden Station ist in den Stromkreis mit eingeschaltet, giebt also dieselben Zeichen, wie der Apparat der Empfangsstation. Der metallene Hebel 10 steht mit Schiene 1 in leitender Verbindung und legt sich, wenn keine Taste angeschlagen ist, gegen den ebenfalls metallenen Stift 13, welcher seinerseits mit Schiene 2 leitend verbunden ist. Auf diese Weise ist die Linie stets mit Erde verbunden, und die eingeschalteten Telegraphenapparate sind immer in Bereitschaft, Depeschen zu empfangen.

Statt einen Cylinder und je zwei Federn könnte man auch zwei Cylinder und je eine Feder für jede Taste nehmen. Um mit Strömen von nur einer Richtung zu telegraphiren, genügt ein Cylinder und für jede Taste eine Feder; man kann den Cylinder dann mit isolirenden Stiften versehen und ihm die Federn soweit nähern, dass sie durch die Stifte mit den gerade angeschlagenen Tasten, die in diesem Falle aus Metall bestehen und mit dem einen Batteriepol verbunden sind, in Kontakt gebracht werden. Endlich könnte der Cylinder mehr als einen aufhaltenden Arm 6 tragen und schon ein Theil einer Umdrehung desselben die einen Buchstaben darstellenden Zeichen hervorbringen.

X. Unterirdische Leitungen.

Unterirdische Leitungen für telegraphische Zwecke haben bisher noch keine grosse Ausbreitung gefunden, obwohl sie manches vor den oberirdischen Leitungen voraus haben, unter anderem namentlich das, dem störenden Einflusse der atmosphärischen Elektricität völlig entzogen zu sein. Zwar hat in neuster Zeit die Einführung der Guttapercha genannten Substanz in den Handel wesentliche Fortschritte für die Fabrikation solcher Leitungen gebracht, aber immer noch stehen die hohen Kosten des Einlegens in die Erde sowie die häufigen, von Rissen in der Umkleidung herrührenden Isolationsfehler einer allgemeinen Anwendung derselben hindernd im Wege.

Die im Folgenden beschriebenen Verbesserungen sollen die Einführung der unterirdischen Leitungen erleichtern. Ich beginne mit der Beschreibung einiger Maschinerien zum Einlegen von Leitungen in den Boden, welche viel Handarbeit ersparen.

Fig. 32 zeigt Aufriss und Grundriss einer Art Maulwurfspfluges. Das starke Gestell *a* trägt die Führung *d* des Maulwurfs *C*, ein Messer *b* und zwei Träger *f*, *f* mit den 4 Rollen *g*. Der Maulwurf kann durch Drehung der Schraube *e* gehoben oder gesenkt werden. Den Rahmen *a* tragen die Räder *h* und *i*, von denen die letzteren

durch die Schrauben *k* einzeln höher oder tiefer gestellt werden können. Die Handhabe *l* dient zum Lenken des Pfluges. Der Maulwurf besteht aus zwei zusammengenieteten Platten von Stahl oder Schmiedeeisen, welche durch Rippen getrennt sind, zwischen denen hindurch die zu verlegenden Leitungen über kleine Röllchen zum

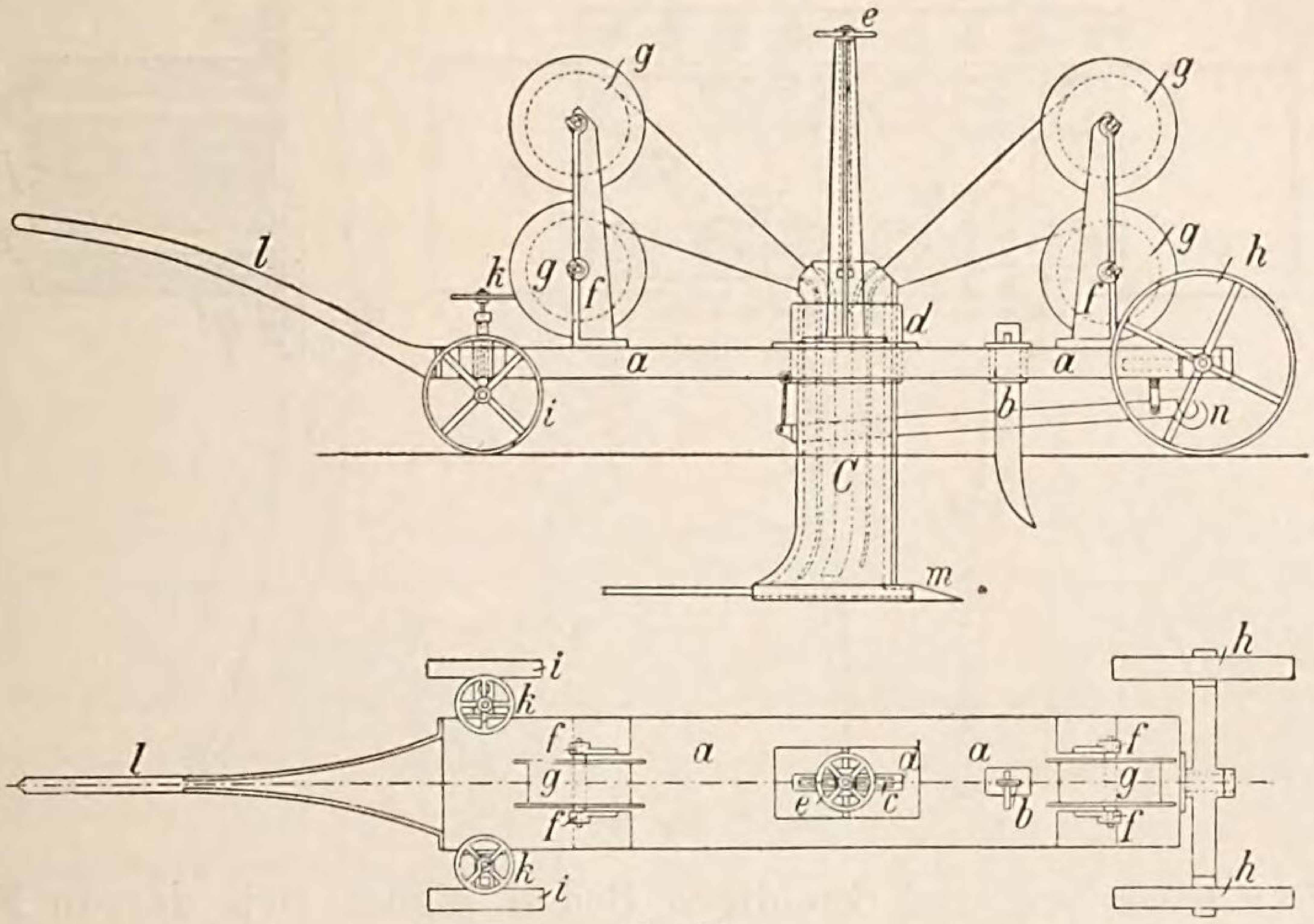


Fig. 32.

Boden geführt werden. Die Vorderseite des Maulwurfs ist zugeschärft, und ein Schuh von Stahl oder Hartguss angebracht, um das Durchdringen des Bodens zu erleichtern.

Vor Beginn der Legung werden soviele Drähte, als gleichzeitig in den Boden gelegt werden sollen, auf die Rollen *g* gewickelt und die Enden durch die Rinnen des Maulwurfs gezogen; dann gräbt man den Maulwurf ein und befestigt die Enden der Drähte mittelst Pfosten im Boden. Der Pflug wird darauf durch Winden, welche durch Thier- oder Dampfkraft gedreht werden, vorwärts bewegt; in lockerem Boden kann man auch direkt Zugthiere vorspannen. Die Zugkette wirkt durch Vermittlung des Hakens *n* auf den Maulwurf selbst. In hartem Boden schicke ich einen gewöhnlichen Doppelpflug voraus oder werfe zunächst einen Graben von der halben gewünschten Tiefe auf und lasse dann in ihm den Maulwurf in der richtigen Tiefe fortziehen.

Um Leitungen längs der Geleise einer Eisenbahn zu verlegen, befestige ich einen Maulwurfspflug der eben beschriebenen Art an einem Eisenbahnwagen und lasse ihm ein oder mehrere Messer *s* (Fig. 33) vorausgehen, welche in dem vom Balken *p* getragenen eisernen Halter *q* durch Bolzen *r* und q^1 in verschiedenen Stellungen befestigt werden können. Die Bolzen q^1 geben nach, wenn die Messer auf Steine oder andere Hindernisse treffen. In einem an Steinen oder Baumwurzeln

sehr reichen Boden lässt man am besten von den Messern prismatische Bodenstücke ausstechen, hebt diese mit Hülfe von Pflügen aus und legt die Leitungen in den so erhaltenen offenen Graben.

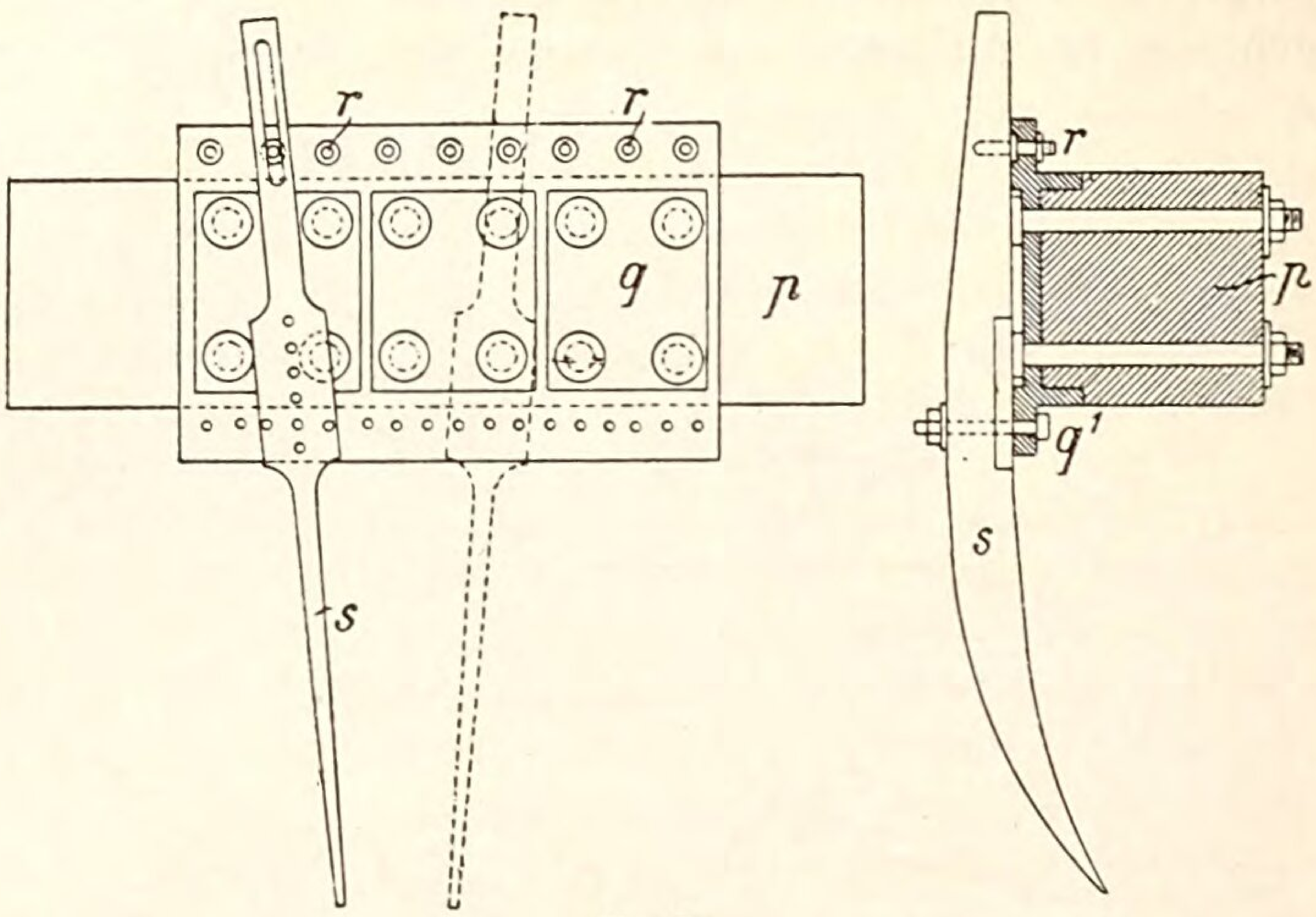


Fig. 33.

Für trockenen und kreidigen Boden eignet sich der in Fig. 34 dargestellte, ebenfalls dem Gebrauch auf Eisenbahnen angepasste Apparat. Sein Haupttheil ist das grosse schmiedeeiserne Rad *a*, welches an seinem Rande eine Reihe von messerförmigen Zähnen *I* trägt. Eine kleine Dampfmaschine, deren Kessel in der Figur durch *f* bezeichnet ist, dreht mittelst des Getriebes *e* und der Räder *d*, *c*, *b* dieses Schneidrad *a* langsam in Richtung der Pfeile. Durch Eingreifen des mit den Rädern *d* und *c* auf derselben Axe sitzenden Getriebes *i* in das Rad *k* wird die Axe der Räder *h*, *h* gedreht, also das Fahrzeug selbst fortbewegt. Das Rad *a* ruht in einem um die Axe *m* drehbaren Lager und kann mit diesem durch Drehung der Schraube *o*, welche in das gezahnte Segment *n* eingreift, gehoben werden. Bei der tiefsten Stellung ruht die Axe des Rades *a* in einem offenen Lager *p* des Grundgestelles. Unmittelbar auf das Schneidrad folgt ein flacher, schmiedeeiserner Rahmen *q*; derselbe ist etwas schmaler als das Schneidrad und enthält in seinem Inneren einen Kanal *r*, durch welchen die zu verlegende Leitung in den Boden gleitet. Mit dem Rade *a* zugleich hebt und senkt sich auch dieser Rahmen *q* und wird dabei durch die Führungsstange *s* immer in aufrechter Stellung erhalten. — Es ist ferner eine Vorrichtung angebracht, um die Leitung vor dem Einlegen in die Erde mit einem Schutzmantel von Bleiblech zu umgeben. Zu dem Ende sitzen auf den beiden schrägen Ansätzen der hohlen Welle *t*, durch welche die Leitung in die Maschine eintritt, zwei voll schmalen

Bleiblechs gewickelte Rollen v, v^1. Die Welle t wird durch Vermittelung der Riemenscheiben u und zweier Kegelräder der Fahrgeschwindigkeit entsprechend schnell gedreht, und so die Leitung auf ihrem Wege von der Welle t in den Kanal r spiralförmig von den beiden Bleiblechstreifen umwunden. Die Rollen w, w^1, deren letztere

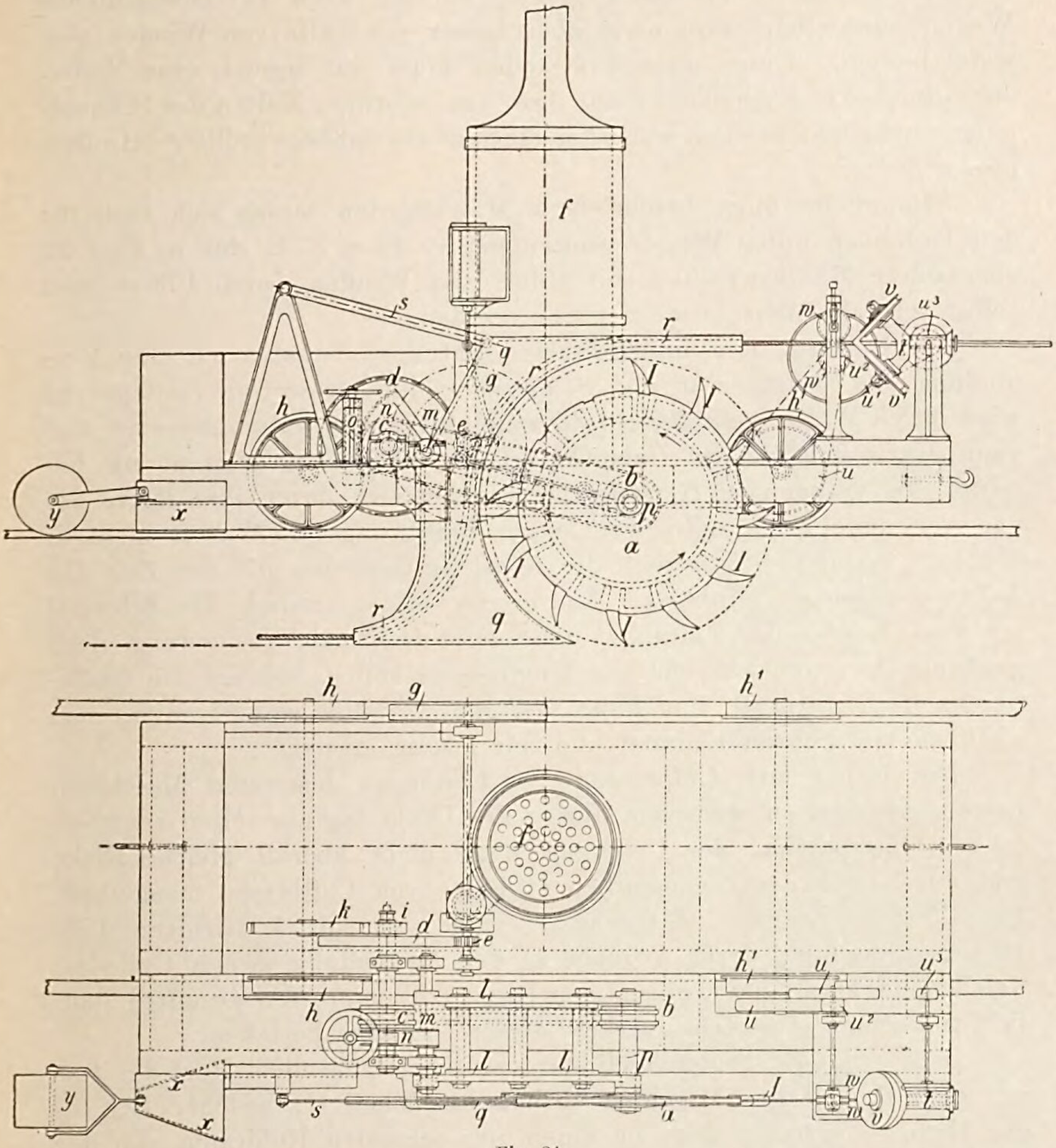


Fig. 34.

von der Maschine in Drehung versetzt wird, dienen dem doppelten Zwecke, das Blei fest an die Leitung zu pressen und das Einziehen in den Kanal r zu erleichtern. Um den Boden nach dem Einlegen der Drähte sogleich wieder zu ebnen, folgen auf Schneidrad und Rahmen noch die beiden schiefen Bretter x und zuletzt die eiserne Walze y.

Die Drehungsgeschwindigkeit des Schneidrades lässt sich je nach der Natur des Bodens durch verschiedene Uebersetzung verändern. Für den Transport wird das Schneidrad gehoben und ausser Eingriff mit der Dampfmaschine gebracht; diese bewirkt dann durch Riemenscheiben direkt die Fortbewegung des Wagens. — Eine Maschine dieser Art ist nicht bloss auf Eisenbahnen, sondern auch auf gewöhnlichen Wegen anwendbar, wird dann aber besser mit Hülfe von Winden vorwärts bewegt. Unter allen Umständen muss auf irgend eine Weise, etwa durch das Nachgeben einer Axe, ein sofortiges Halten des Schneidrades ermöglicht werden, wenn dasselbe auf ein unüberwindliches Hinderniss trifft.

Sämmtliche oben beschriebene Maschinerien lassen sich auch für den Gebrauch unter Wasser einrichten; so kann z. B. der in Fig. 32 abgebildete Maulwurfspflug mit Hülfe von Winden durch Flüsse und selbst schmale Meeresarme gezogen werden. —

Zur Isolirung der unterirdischen Leitungen benutze ich eine Verbindung von Guttapercha und Schwefel: völlig wasserfreie Guttapercha wird durch Walzen mit feinem Schwefelpulver mechanisch gemengt und dann durch Erhitzen im Dampfkessel die chemische Verbindung bewirkt. So vulkanisirte Guttapercha zeichnet sich durch ihre Härte aus und verwandelt sich selbst bei langer Berührung mit Wasser nicht in Hydrat, wodurch bekanntlich die reine Guttapercha mit der Zeit ihr Isolationsvermögen einbüsst. Andrerseits bildet freilich der Schwefel mit dem Kupfer der Leitungen eine nicht isolirende Verbindung, doch geschieht dies nur während des Umpressens selbst, solange die Guttapercha noch warm ist, und kann fast ganz verhütet werden, wenn man nicht zu viel Schwefel nimmt und nur mässig erhitzt.

Die bisher zum Umpressen der Leitungen benutzten Maschinen liessen manches zu wünschen übrig; der Draht lag nur selten centrisch in der Guttapercha, der Ueberzug hatte nicht überall gleiche Dicke und die Isolation war namentlich in Folge von Luftblasen mangelhaft. Fig. 35 zeigt Aufriss und Grundriss einer von mir konstruirten Umpressungsmaschine, deren Vorzüge in der Anwendung zweier Cylinder, welche den Draht ohne einseitigen Druck zu umpressen gestatten, und in der leichten Auswechselbarkeit dieser Cylinder bestehen.

A, A' sind die beiden Cylinder; zwischen denselben liegt der fest mit dem Gestell der Maschine verbundene Theil C, welcher sich in der Mitte so verengt, dass er einen nur schmalen Hohlraum von der Breite der Cylinder bildet. Die Wandungen dieses Hohlraums sind oben und unten mit je 12, genau über einander liegenden Löchern versehen. In den unteren derselben stecken Metallstücke a, welche oben kegelförmig zugespitzt sind und centrale Bohrungen von genau dem Durchmesser der zu isolirenden Leitungen haben. Auch die oberen Löcher enthalten Metallstücke b, welche in ihren unteren Theilen, wo

der Draht in sie eintritt, kegelförmig ausgehöhlt sind und Bohrungen von solcher Weite besitzen, dass zwischen dem genau centrisch hindurchgehenden Draht und den Wandungen ein schmaler, ringförmiger Raum bleibt. Treibt man die Stempel D, D' durch Drehung der

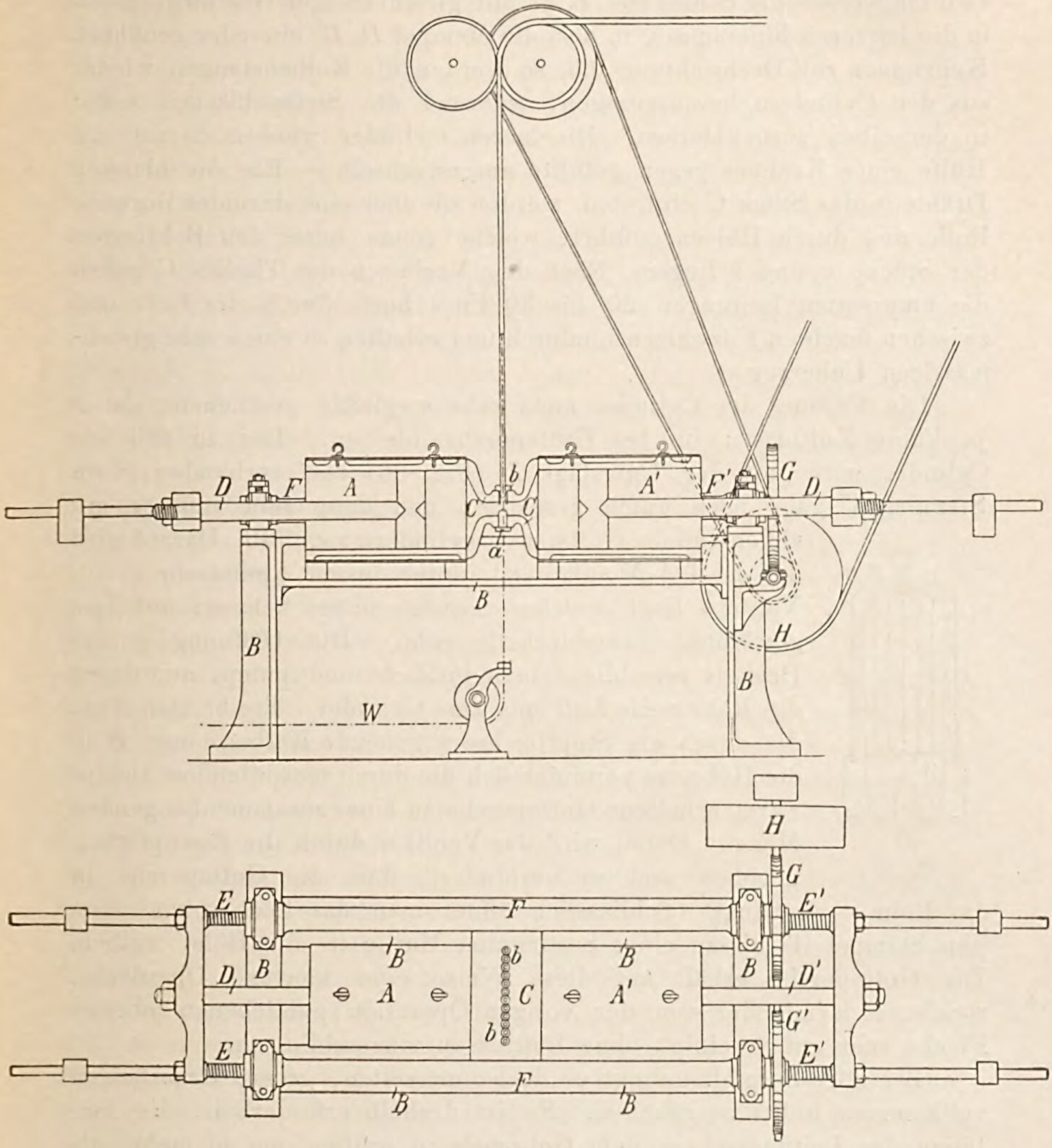


Fig. 35.

rechts- und linksgängigen Schrauben E, E' vorwärts, so wird die in den Cylindern enthaltene Guttapercha von beiden Seiten her in diese schmalen, ringförmigen Hohlräume gepresst und tritt in der Form eines gleichmässigen Ueberzuges mit den Drähten aus den Mündungen der

Stücke b heraus. Da der Druck von beiden Seiten her gleich stark ist, hat der Draht kein Bestreben, aus der centrischen Lage herauszutreten.

Die Riemenscheibe H dreht mittelst einer Schraube ohne Ende die Räder G, G' nebst den mit diesen verbundenen Hohlcylindern F, F', und dadurch werden die Schrauben E, E' mit gleichförmiger Geschwindigkeit in die letzteren hineingezogen, also die Stempel D, D' einander genähert. Kehrt man die Drehrichtung um, so werden die Kolbenstangen wieder aus den Cylindern herausgezogen, während die Stempelflächen selbst in denselben zurückbleiben. Die leeren Cylinder werden darauf mit Hülfe eines Krahnes gegen gefüllte ausgewechselt. — Ehe die blanken Drähte in das Stück C eintreten, werden sie über eine darunter liegende Rolle und durch Hülsen geführt, welche genau unter den Bohrungen der Stücke a und b liegen. Nach dem Verlassen des Theiles C gehen die umpressten Leitungen 20 bis 30 Fuss hoch durch die Luft und zwischen feuchten Filzwalzen hindurch und erhalten so einen sehr gleichmässigen Ueberzug.

Die Füllung der Cylinder muss sehr sorgfältig geschehen, damit ja keine Luftblasen in der Guttapercha bleiben. Der zu füllende Cylinder wird mit der Unterlage M (Fig. 36) fest verbunden, sein Stempel A'' ganz nach unten geschoben und dann sein Inneres mit vielen dünnen Guttaperchacylindern angefüllt. Darauf wird der Deckel N aufgesetzt, unter dessen Ansatzrohr r das Ventil n liegt, welches vermöge seiner Schwere auf dem gewölbten Eisenblech p ruht. Die Oeffnung q des Deckels verschliesst man luftdicht und pumpt nun durch das Rohr r die Luft aus dem Cylinder. Treibt man dann die durch die Stopfbüchse s gehende Kolbenstange P in die Höhe, so vereinigt sich die durch umspülenden Dampf warm erhaltene Guttapercha zu einer zusammenhängenden Masse. Dabei wird das Ventil n durch die Eisenplatte p gehoben und so verhindert, dass die Guttapercha in das Rohr r eindringt. Schliesslich öffnet man das Loch q und lässt den Stempel A'' bis zu einer bestimmten Marke in die Höhe treiben. Die Guttapercha erhält auf diese Weise eine konvexe Oberfläche, welche sich mit der von der vorigen Operation gebliebenen ebenen Fläche sehr gut vereinigt, ohne Luftblasen einzuschliessen.

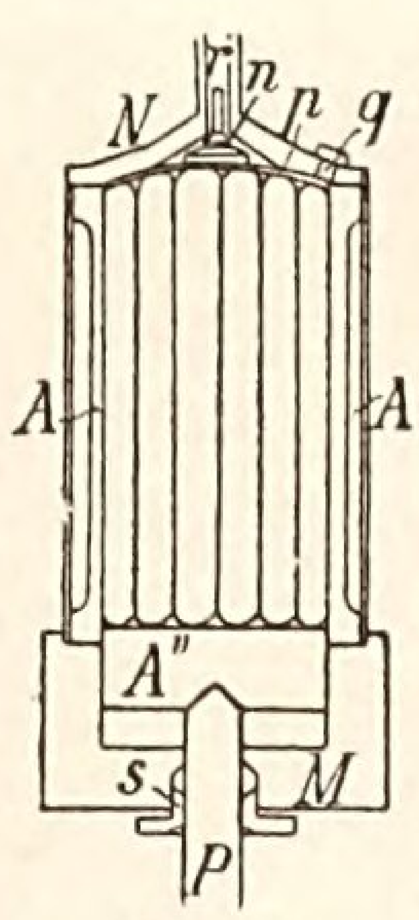


Fig. 36.

Bei aller Sorgfalt gelingt es doch nur selten, grosse Drahtlängen vollkommen isolirt zu erhalten. Es ist deshalb erforderlich, die Isolation der Leitungen vor dem Gebrauch zu prüfen, um so mehr, als anfänglich unbedeutende Fehler namentlich dann, wenn die verwendete Guttapercha nicht völlig wasserfrei war, im Laufe der Zeit immer erheblicher werden. Der zu prüfende Draht wird mit Ausnahme seiner Enden in Wasser gelegt, und der eine Pol einer galvanischen Batterie mit dem einen dieser Enden, oder auch mit beiden, verbunden. Eine

in das Wasser eintauchende Metallplatte steht mit dem andern Pol der Batterie in Verbindung; in den Verbindungsdraht wird ein empfindliches Galvanometer eingeschaltet, dessen astatische Nadel von 5—10 000 Drahtwindungen umgeben ist. Wenn die Nadel dieses Galvanometers nicht abgelenkt wird, so ist der Draht vollkommen isolirt; erfährt die Nadel aber eine Ablenkung, so bestimme ich auf folgende Weise die Lage der fehlerhaften Stellen: der Draht wird auf eine Trommel gewickelt, sein Anfang mit der metallischen Axe derselben und diese mit dem einen Ende der Induktionsrollen einer magneto-elektrischen Maschine zur Erzeugung elektrischer Schläge verbunden. Das andere Ende dieser Induktionsrollen steht mit dem Körper eines Arbeiters in leitender Verbindung. Darauf wird der Draht über eine unter Wasser liegende Scheibe hinweg langsam auf eine zweite Trommel gewickelt. Unterdessen taucht der Arbeiter beständig einen Finger in das Wasser, durch welches der Draht gezogen wird, und erhält daher sofort einen Schlag, wenn ein schlecht isolirtes Stück in dasselbe gelangt, da dann der Stromkreis der Induktionsrollen geschlossen ist. Die fehlerhaften Stellen werden markirt und nachher durch Aufbringen erwärmter Guttaperchastreifen ausgebessert. Erweist sich der Draht auch nach dieser Reparatur noch als mangelhaft isolirt, so ist er zu verwerfen, da dann schlechter Qualität der benutzten Guttapercha die Schuld beizumessen ist.

In manchen Fällen empfiehlt es sich, den unterirdischen Leitungen eine metallische Schutzhülle zu geben. Röhren von Blei oder Eisen, welche oft dazu verwendet werden, bieten in Hinsicht ihrer Verbindungen und bei etwa erforderlichen Reparaturen viele Schwierigkeiten. Ich ziehe denselben die oben beschriebenen, spiralförmig umgewickelten Bleibänder vor; unter Umständen schlage ich auch die Leitung bloss in längere Bleiblechstreifen ein und benutze dazu ganz einfache Vorrichtungen, welche die Ausführung dieser Operation unmittelbar vor dem Verlegen gestatten. —

Isolirte Leitungen bilden eine Art Leydener Flasche: der Leitungsdraht ist der innere Beleg, die Feuchtigkeit der Erde oder das umgebende Wasser der äussere, die Guttapercha der beide trennende Nichtleiter. Geht Strom durch eine solche Leitung, so dient ein Theil desselben zur Ladung dieser Flasche. Wird der Strom durch den Apparat an einem Ende der Leitung unterbrochen, so erfolgt durch den Apparat am andern Ende die Entladung, was zur Folge haben kann, dass der eine Apparat in derselben Zeit zwei Hübe ausführt, in welcher der andere nur einen macht. Diesem Uebelstande begegne ich dadurch, dass ich beide Enden der Leitung durch hohe Widerstände aus feinem Neusilberdraht dauernd mit Erde verbinde, um durch diese die Entladung zu bewirken. Auch Vertheilung der Batterie auf viele Zwischenstationen schafft einigermaassen Abhülfe.

Hierauf folgt die Aufzählung der Patentansprüche.

Kurze Darstellung

der

an den preussischen Telegraphenlinien mit unterirdischen Leitungen gemachten Erfahrungen.

1851.

Die bis zum Frühjahr 1848 in Berlin bestehende Commission zur Vorbereitung der Telegraphenanlagen in Preussen, hatte in richtiger Erkennung und Berücksichtigung der Gründe der grossen Unsicherheit des Dienstes der in England und Amerika bereits in sehr ausgedehntem Maasse bestehenden elektrischen Telegraphen ihr Augenmerk namentlich auf die Verbesserung der Leitungen gerichtet. Sie erkannte, dass die bisher allein benutzten oberirdischen Leitungen die Erreichung einer vollständig und jederzeit sicheren telegraphischen Verbindung durch principielle Mängel stets verhindern würden und dass nur gute, unterirdisch geführte Leitungen die Erreichung dieses Zieles möglich machten.

In ihrem Auftrage wurden im Sommer 1847 auf der Anhaltischen Eisenbahn zwei durch Guttapercha isolirte, eine halbe Meile lange Drähte in verschiedener Tiefe eingelegt. Die Bekleidung dieser Drähte mit Guttapercha geschah auf eine noch höchst unvollkommene Art mittelst gekehlter Walzen. Es zeigte sich bald, dass es unmöglich war, auf diese Art vollständig und dauerhaft isolirte Drähte zu fabriciren. Die Verbindungsnähte der Guttapercha-Streifen, aus denen der Ueberzug gebildet wurde, waren nicht dicht herzustellen und verloren nach einiger Zeit den festen Zusammenhang. Eine Maschine, vermittelst welcher die Guttapercha in zusammenhängender Masse und ohne Naht um den Draht geformt werden sollte, war zur Beseitigung dieses Uebelstandes

construirt, jedoch im Frühjahr 1848 erst im Modell[1]) ausgeführt und probirt. Entscheidende Erfahrungen über die nöthige Tiefe des Ein-

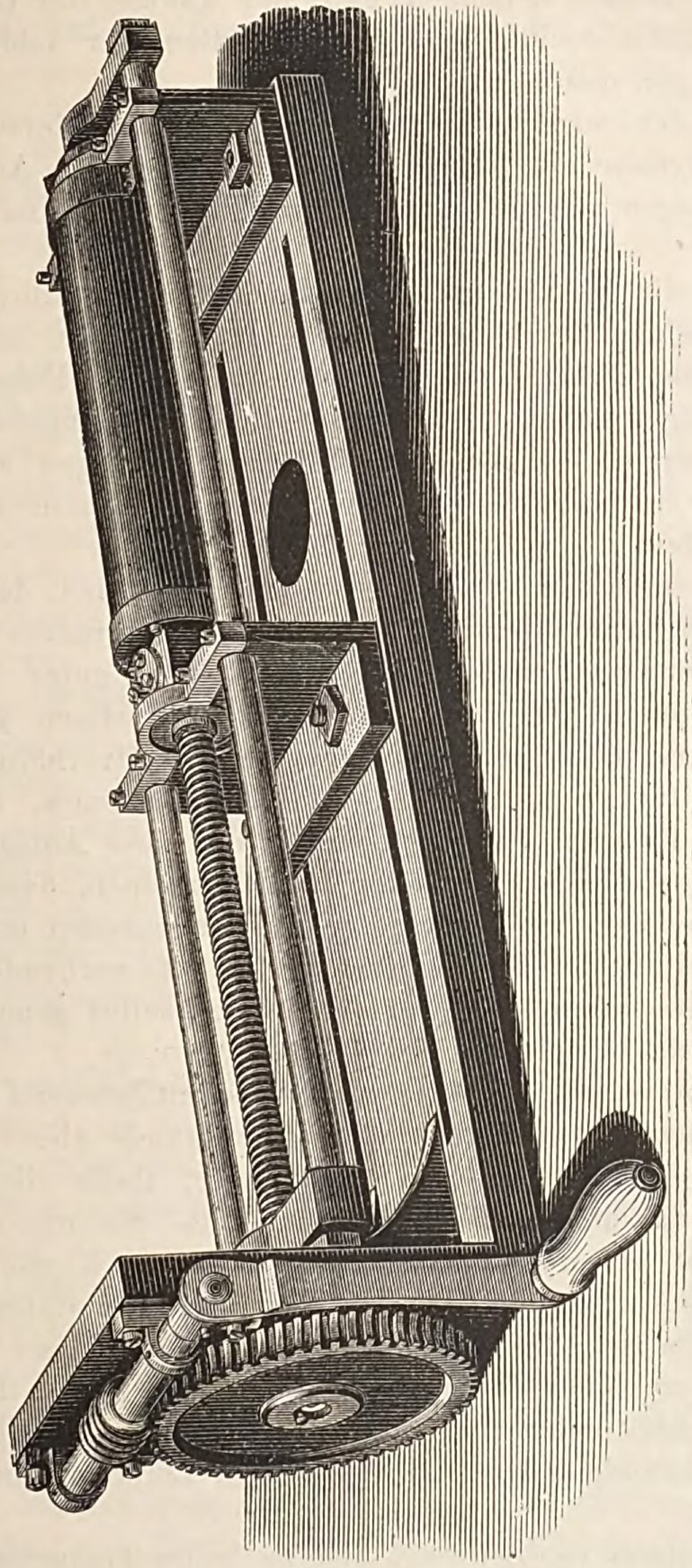


Fig. 37.

legens der Drähte hatten bis dahin der Kürze der Zeit wegen nicht

[1]) Fig. 37 zeigt eine Abbildung dieses jetzt im Berliner Postmuseum aufbewahrten Modells.

gesammelt werden können. Die Guttapercha selbst und ihre Eigenschaften waren damals noch wenig bekannt; man wusste kaum, dass es verschiedene Sorten derselben gab und kannte die Ursachen ihres Verderbens und die nachtheiligen Eigenschaften der schlechten Sorten natürlich noch gar nicht.

Dies war der augenblickliche Standpunkt der Versuche, als die politischen Ereignisse des Jahres 1848 die schleunige Ausführung der Telegraphenanlagen von Berlin nach Frankfurt a. M. und nach Aachen geboten.

Da schon die mit so unvollkommenen Mitteln fabricirten Drähte ein im Allgemeinen befriedigendes Resultat gegeben hatten und die noch vorhandenen Mängel durch Verbesserung der Fabrikationsmittel leicht zu beseitigen schienen, so hatte sich die Commission günstig für die mit Guttapercha isolirten unterirdischen Leitungen ausgesprochen, und es sollten in Folge dessen die genannten Linien auf diese Art ausgeführt werden.

Man muss gestehen, dass dieser Entschluss bei dem damaligen Standpunkte der Sache allerdings etwas kühn war; indess rechtfertigten die grossen Vortheile, welche die Anwendung guter unterirdischer Leitungen versprach, die im Allgemeinen günstigen Resultate der angestellten Versuche, sowie die unruhigen Zeitverhältnisse, welche oberirdische Leitungen zu sehr zu gefährden schienen, die getroffene Entscheidung. Es war aber ein Unglück für diese Anlagen, sowie für das System unterirdischer Leitungen im Allgemeinen, dass diese ersten Linien in grosser Uebereilung angelegt werden mussten und dass weder Zeit zur Ausbildung der Fabrikation der Drähte vorhanden, noch die Möglichkeit gegeben war, die bei der Anlage selbst gemachten Erfahrungen gehörig zu benutzen.

Man entschloss sich zur Anwendung der mit Schwefel verbundenen, sogenannten vulcanisirten Guttapercha. Die Gründe dieser Wahl waren theils die grössere Härte dieser Verbindung, theils die beobachtete grössere Beständigkeit derselben in freier Luft. Sie war aber erst seit Kurzem bekannt geworden; es fehlten daher noch alle Erfahrungen über die richtige Anfertigung derselben, sowie die Kenntniss der nöthigen Mischungsverhältnisse. Im Allgemeinen wurde die Masse zu sehr geschwefelt, bei zu hoher Temperatur verarbeitet und theilweise die Guttapercha vorher nicht hinlänglich entwässert. Die hierdurch entstandenen Uebelstände haben sich den ersten Leitungen besonders verderblich gezeigt.

Bei Ueberschuss von Schwefel und zu hoher Temperatur verbindet sich das Kupfer mit dem Schwefel, das gebildete Schwefelkupfer durchdringt die dem Draht zunächst liegende Guttapercha und bildet mit ihm eine dunkelbraun aussehende, die Elektricität leitende Masse, die bei den ältesten Leitungen oft bis $^1/_4$ Linie dick ist. Dennoch würde

die Güte der Drähte hierdurch wenig beeinträchtigt sein, wenn der Draht in der Mitte der Guttapercha gelegen hätte, die oben erwähnte aus nicht isolirender Guttapercha bestehende Schicht überall von guter Masse umgeben und die Masse stets völlig entwässert gewesen wäre.

Dies war aber leider durchaus nicht der Fall. Es wollte der mit der Bekleidung der Drähte beauftragten Fabrik anfänglich nicht gelingen, mittelst der neuen Maschine die Drähte mit einer concentrischen Lage Guttapercha zu überziehen. Fast alle damals überzogenen Drähte waren mehr oder weniger excentrisch überzogen und häufig stellenweise nur mit einer dünnen Lage Guttapercha bedeckt. Letztere enthielt ausserdem durchweg eine Menge Blasen und Vertiefungen, die man noch nicht zu vermeiden verstand, sie wurde noch nicht gehörig gereinigt und entwässert und war oft durch zu hohe Temperatur in einen schwammigen und bald spröde werdenden Körper umgewandelt. Häufig wurden auch schlechtere Sorten oder verdorbene Guttapercha, mit denen die gute Masse verfälscht war, verwendet.

Der technische Standpunkt der Drahtfabrikation war mithin noch sehr niedrig, und es mussten in allen Richtungen noch viele Erfahrungen gesammelt werden. Dennoch sollten die obengenannten Linien in kürzester Zeit vollendet werden. Es war vorauszusehen, dass die Ausführung derselben sehr mangelhaft ausfallen würde, und es war dies in der That in hohem Masse der Fall.

Aus den angeführten Gründen war es nur selten möglich, vollkommen isolirte Drähte herzustellen. Häufig waren die Drähte so sehr excentrisch, dass die den Kupferdraht umgebende, nicht mehr isolirende Guttapercha-Schicht bis zur Oberfläche reichte. Wo dies nicht der Fall war, wurde doch der Boden der Vertiefungen und Luftblasen von derselben erreicht. Der Ueberzug verlor dadurch theilweise seine isolirende Eigenschaft und der durch die leitenden Stellen desselben beim späteren Gebrauch der Leitungen hindurchgehende Strom zersetzte das Schwefelkupfer und verwandelte im Laufe einiger Jahre die von diesem durchzogene Guttapercha in eine unzusammenhängende, schwammige und vom Wasser durchdrungene Masse. Die Folge hiervon war, dass der Kupferdraht selbst durch Elektrolyse oxydirt und Kupferoxydhydrat gebildet wurde, welches die Hülle endlich ganz auseinander sprengte und Längsrisse von oft sehr beträchtlicher Ausdehnung in der Guttapercha erzeugte. Ueberall wo die mit Schwefelkupfer verbundene Guttapercha den Boden einer Vertiefung im isolirenden Ueberzuge bildete, fand derselbe Process statt und es bildeten sich an Stelle der Vertiefungen bis zum Draht selbst hinunterreichende Löcher. Wären von Anfang an nur vollständig isolirte Drähte verwendet, so hätte diese namentlich auf der Frankfurt a. M.-Linie so störend auftretende Erscheinung nie eintreten können. Es mussten aber leider unter allen Umständen Drähte verwendet werden, und eine zu scharfe Controle der

Isolation war daher nicht anwendbar. Selbst die Anfangs wegen zu unvollkommener Isolirung zurückgestellten Drähte kamen dennoch grösstentheils später zur Verwendung, nachdem sie einen dünnen Ueberzug von Guttapercha-Lösung erhalten hatten und dadurch für den Augenblick etwas verbessert waren. Es wurden von diesen Drähten circa 15 Meilen theils auf der Thüringer Bahn, grösstentheils aber zwischen Berlin und Minden verbraucht. Eine beträchtliche Zahl derselben wurde leider erst nach und nach, in viel späteren Zeitabschnitten, verbraucht und dadurch die anfängliche Unvollkommenheit der Drahtfabrikation auf viele der weit später angelegten Linien übertragen. Der Grund der schlechten Isolation dieser Drähte lag nicht allein in excentrischer Drahtlage. Häufig war die Zersetzung der verwendeten guten Guttapercha durch zu grosse Hitze oder durch unvollkommene Entwässerung vor der Vulcanisirung, theils aber auch die Verwendung vorher verdorbener oder verfälschter Guttapercha die Ursache derselben. Ueber den Einfluss der Tiefe des Einlegens der Drähte lagen noch keine massgebenden Resultate vor; man wusste wohl, dass die Guttapercha sich nur bei Abschluss der atmosphärischen Luft vollständig unverändert erhält, unter Luftzutritt dagegen nach und nach in einen spröden, im erwärmten Zustande klebrigen Körper verwandelt wird; man kannte aber die Tiefe nicht, bis zu welcher ein Luftwechsel im Erdboden stattfindet, und suchte zu sehr die Kosten der Anlage durch möglichste Verminderung der Tiefe des Einlegens der Drähte zu verringern. Die anfänglich gewählte Tiefe von $1^1/_2$ Fuss war jedenfalls zu gering, da diese Tiefe, wie die Erfahrung lehrt, durch die Arbeiten auf dem Planum der Eisenbahnen oft erreicht und der Draht in Folge dessen leicht beschädigt wird. Man ging zwar bald zu der Tiefe von 2 Fuss über, jedoch wurde diese Tiefe häufig nicht erreicht, und es kommen, namentlich auf der Aachener Linie, häufig Strecken vor, wo der Draht kaum 1 Fuss tief unter dem Boden liegt. Diese Leitung wurde theilweise im Winter bei strengem Froste, und namentlich die Strecken zwischen Potsdam und Brandenburg und zwischen Minden und Köln in grösster Eile angelegt, wodurch sich das Abweichen von der gegebenen Vorschrift erklärt. Das Einlegen der Drähte in die Gräben fand bei den älteren Leitungen nicht ohne häufige Beschädigung des Ueberzuges statt. Die Verpackung der Drähte war noch mangelhaft, und sie wurden daher häufig auf dem Transport zum Arbeitsplatze beschädigt, die Arbeiter hatten noch keine Uebung und hinlängliche Vorsicht in der Behandlung derselben gewonnen, die schlechte Jahreszeit erschwerte die Arbeit und Beaufsichtigung, und in Folge der damals herrschenden politischen Aufregung kamen häufig absichtliche Beschädigungen vor.

Es war unter diesen Umständen erklärlich, dass der anfängliche Dienst der ersten Linien nicht sehr regelmässig und sicher war. Die Isolation der Linien war zwar kurz nach dem Einlegen in der Regel

befriedigend, verschlechterte sich aber nach und nach, wenn der Regen den Boden bis zum Draht durchnässt hatte. Die beim Legen mit dem Aufsuchen der vorhandenen Fehler und der Reparatur der Drähte vertraut gewordenen Arbeiter mussten zu den weiteren Anlagen benutzt und die Revisionen daher in schlechter Jahreszeit ungeübten Leuten übertragen werden, wodurch die Leitungen häufig noch verschlechtert wurden. Dazu kam, dass die unterirdischen Leitungen mehrere wissenschaftlich ganz neue und unerwartete Erscheinungen darboten, welche sich erst durch zweckentsprechende Constructionsveränderungen der Apparate beherrschen liessen, nachdem man ihr Wesen erkannt hatte.

Doch auch später veranlassten die Leitungen noch häufige Störungen des Dienstes und gänzliche Unterbrechungen der telegraphischen Verbindung. Die von der Anlage herstammenden Beschädigungen des Drahtes vergrösserten sich nach und nach durch den Strom, und die Isolation verschlechterte sich daher mehr und mehr. Eine gründliche, durch geübte Leute einige Zeit nach der Vollendung der Leitungen oder im darauf folgenden Sommer ausgeführte Revision würde diese Beschädigungen auf einmal beseitigt haben. Dem stand aber ausser dem Kostenpunkte noch die unausgesetzte Benutzung der Leitungen und die grössere Schwierigkeit der Revision eines einzelnen Drahtes ohne Störung der Correspondenz entgegen. Es bildete sich daher leider bald die Praxis: erst dann eine Untersuchung einer Leitung vorzunehmen, wenn die Isolation derselben so mangelhaft geworden war, dass die Apparate den Dienst versagten. Da in diesem Falle erst einer der wenigen Beamten, die mit der Sache vertraut gemacht waren, von Berlin aus an den Ort der störenden Beschädigung geschickt werden musste, so vergingen stets einige Tage, bis dem Uebel, und zwar nur für kurze Zeit, abgeholfen war. Sehr häufige Unterbrechungen veranlasste auf diese Weise die Leitung zwischen Minden und Cöln, die zwar fast nur neue und besser fabricirte Drähte enthielt, jedoch grossentheils in felsigen Boden in grosser Uebereilung eingelegt wurde, und deren Guttapercha daher sehr häufig durch Quetschungen beschädigt war. Die häufigen Biegungen, denen die Drähte theils noch in der Fabrik, theils beim Einlegen ausgesetzt waren, hatten oft zur Folge, dass der Draht im Inneren der Guttapercha gebrochen war, ohne dass diese Brüche von Aussen erkennbar gewesen wären. Hätte der Ueberzug aus ungeschwefelter Guttapercha bestanden, so würde nur in seltenen Fällen ein Strom durch diese Bruchstellen gegangen sein, sie wären daher schon bei der Anlage leicht erkannt und beseitigt worden. Wie bereits oben erwähnt, waren namentlich die zuerst, mit höherer Temperatur, fabricirten Drähte jedoch stets mit einer leitenden Hülle von Guttapercha und Schwefelkupfer umgeben, welche den elektrischen Strom hinlänglich gut leitete, um durch sie hindurch telegraphiren zu können. Des grossen Leitungswiderstandes wegen, welchen diese Masse

dem Strome entgegensetzte, erwärmte sich dieselbe jedoch beim Gebrauch und verminderte sich hierdurch die Leitungsfähigkeit des Drahtes noch mehr. Die Stärke des Stroms war daher steten, sehr beträchtlichen Schwankungen unterworfen, und der Dienst der Instrumente wurde dadurch sehr unsicher. Solche Bruchstellen wurden oft erst nach Verlauf einer langen Zeit erkannt und beseitigt.

Bei den zuerst angelegten Linien, bei denen der Draht nicht in hinlänglicher Tiefe eingelegt war, kamen auch häufig neue Beschädigungen vor. Sie bestanden theilweise in Verletzungen des Ueberzuges der Drähte oder in gänzlicher Zerstörung derselben durch Eisenbahnarbeiter, theils aber auch in Verletzungen des Ueberzuges durch Nagethiere. Die letztere Art der Beschädigungen hat besonders zu häufigen Angriffen der unterirdischen Leitungen Veranlassung gegeben. Maulwürfe, Ratten, Mäuse und derartige Thiere durchwühlen den Boden in der Regel nur in geringer Tiefe, da sie in grösserer Tiefe keine Nahrung antreffen. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die Tiefe von $1^1/_2$ Fuss und in seltenen Fällen auch noch die Tiefe von 2 Fuss die Drähte nicht unter allen Umständen gegen Beschädigungen durch Benagung völlig sichert. Namentlich scheinen die Thiere ihre Nester gern in grösserer Tiefe anzulegen. Treffen sie bei dieser Beschäftigung auf ihrem Wege den Draht, so suchen sie ihn natürlich durch Nagen zu beseitigen. Die sehr vereinzelten Fälle, wo Drähte in der Tiefe von 2 Fuss durch Benagung beschädigt sind, würden sich durch geringe Vermehrung der Tiefe des Einlegens und Berücksichtigung und Sicherung der, wie hier immer der Fall war, durch besondere Ursachen gefährdeten Stellen wohl leicht gänzlich beseitigen lassen. Schon bei einer Tiefe von 2 Fuss sind mehrere Telegraphenlinien seit ihrer Anlage nicht beschädigt worden.

Ein weiterer Grund häufiger Störungen des Dienstes der älteren Linien lag in solchen bei der Fabrikation der Drähte begangenen Fehlern, die erst nach Verlauf längerer Zeit störend auftraten.

Die nothwendige Folge einer sehr excentrischen Drahtlage bei Anwendung vulcanisirter Guttapercha ist bereits erwähnt. Schon im vorigen Jahre zeigten sich diese Erscheinungen auf den älteren Linien, und es mussten damals und in neuester Zeit häufige Revisionen ausgeführt und oft ganze Adern, die durch Excentricität des Drahts verdorben waren und Längsrisse bekommen hatten, ersetzt werden. Bei diesen Drähten war nur in seltenen Fällen eine Erhärtung oder anderweitige Veränderung der Guttapercha im Allgemeinen wahrzunehmen und gewöhnlich nur dann, wenn die Drähte in sehr geringer Tiefe und leichtem, trockenem Boden lagen. Es haben sich diese Längsrisse überall nur da gezeigt, wo die Excentricität des Drahtes so bedeutend war, dass die erwähnte, den Kupferdraht zunächst umgebende Schicht leitender Guttapercha wirklich bis zur Oberfläche des Ueberzuges

reichte. Weniger excentrische Stellen haben sich vollständig gut erhalten.

Bereits im vorigen Jahre kamen an einzelnen Stellen, namentlich der Linie nach Minden, Drähte vor, bei denen die Guttapercha alle Biegsamkeit und Elasticität verloren hatte, von Sprüngen ohne Zahl durchfurcht war und in Folge dessen ihre isolirende Eigenschaft grösstentheils verloren hatte. Diese Erscheinung ist jedenfalls die, welche die ernstesten Bedenken gegen die fernere Anwendung der Guttapercha zu unterirdischen Leitungen mit Recht hervorrufen musste. Sollte sich aus den diese Erscheinungen begleitenden Umständen nicht eine specielle Ursache der Zersetzung bestimmt nachweisen lassen, sollte man annehmen müssen, dass die Guttapercha überhaupt der Zeit nicht widerstehen könnte und auch im Erdboden, in gleicher Art wie bei Zutritt der Luft, einer allgemeinen, wenn auch langsamen Umwandlung entgegen ginge, so wäre natürlich damit der Stab über die Anwendung der Guttapercha zu unterirdischen Leitungen und vor der Hand wenigstens auch der unterirdischen Leitungen überhaupt gebrochen. Glücklicherweise ist der Beweis, dass dies nicht der Fall ist, leicht und vollständig mit Hülfe der gemachten Erfahrungen zu führen. Es ist diese Erscheinung der Erhärtung und gänzlichen Umwandlung der Guttapercha bei den beiden ältern Linien bereits im Jahre nach ihrer Anlage in einzelnen Fällen beobachtet worden, während bei den wenig später, theils in demselben Jahre angelegten Linien bis jetzt noch kein einziger ähnlicher Fall vorgekommen ist. Es sind zwar auf den genannten neueren Linien in vereinzelten Fällen durch Excentricität unbrauchbar gewordene Drähte angetroffen, doch liess sich auch bei diesen fast immer mit Bestimmtheit nachweisen, dass sie einer älteren Fabrikationsperiode angehörten; nie ist aber bisher ein Fall einer allgemeinen Erhärtung oder Verharzung der Guttapercha vorgekommen. Am häufigsten hat sich die in Rede stehende Erscheinung auf der Linie zwischen Berlin und Minden, in einzelnen Fällen auch auf der Thüringer Bahn gezeigt. Die verdorbenen Drähte tragen in der Regel noch deutliche Spuren der Ueberziehung mit Guttapercha-Lösung, obschon auch andere vorkommen, welche ohne solchen Ueberzug verlegt waren. Die mit Guttapercha-Lösung überzogenen Drähte waren, wie bereits erwähnt, theils in Folge excentrischer Fabrikation verworfen, bei vielen derselben war jedoch die Guttapercha selbst, theils bereits vor der Verwendung, theils durch unzweckmässige Behandlung bei der Fabrikation verdorben. Derartige Guttapercha wird in sehr kurzer Zeit durchaus spröde und brüchig, und zwar findet diese Umwandlung, wie es scheint, auch bei gänzlichem Abschluss der Luft statt.

Der grösste Theil der erwähnten Drähte nebst vielen anderen, die die damalige wenig scharfe Probe der Isolation ohne Ueberzug

bestanden, waren aus einer Guttapercha fabricirt, die im bereits gereinigten Zustande aus England bezogen war. Es schien schon damals wahrscheinlich, dass diese Guttapercha, die nur selten völlig isolirte Drähte lieferte, grossentheils aus verharzter oder vorsätzlich verfälschter Masse bestände. Da aber das Material einmal beschafft, keine anderweitige Guttapercha am Markte war, und Drähte unter allen Umständen gefertigt und verbraucht werden mussten, so kam sie dennoch zur Verwendung. Jedenfalls ergiebt sich mit Bestimmtheit, dass die beobachtete Zersetzung der Guttapercha nicht Folge der Zeit und Lage der Drähte, sondern des Materials, aus welchem der Ueberzug besteht, ist. Es hat sich zwar im Allgemeinen herausgestellt, dass vorzugsweise da, wo der Draht sehr wenig tief und in leichtem und trockenem Boden liegt, die in Rede stehende Erscheinung zuerst auftritt, doch findet man immer dicht neben solchen veränderten Drähten unter ganz denselben Verhältnissen wieder durchaus wohlerhaltene, an denen die Zeit ganz spurlos vorübergegangen ist; man findet andererseits bei den älteren Linien auch hin und wieder bei tiefer Drahtlage und in schwerem Boden eine bereits weit vorgerückte Umwandlung, während dicht daneben, unter ganz gleichen Verhältnissen, die Drähte von soeben fabricirten nicht zu unterscheiden sind. Es kann mithin nur das Material, nicht ein äusserer Umstand, Ursache der beunruhigenden Erscheinung sein.

Im Bisherigen wird der Beweis geführt sein, dass die schlechten Resultate, welche die ersten unterirdischen Linien gegeben haben, nur Folgen der bei ihrer Anlage begangenen Fehler sind, die theils in der durch die damaligen Zeitverhältnisse gebotenen Uebereilung, theils in dem gänzlichen Mangel an Erfahrungen über die Eigenschaften des zur Verwendung kommenden Materials und ungenügender Sorgfalt bei der Auswahl und Verarbeitung desselben, ihren Grund haben. Dass die ersten Versuche der Benutzung eines bis dahin so wenig bekannten Stoffes zu einer ganz neuen und so viele andere Schwierigkeiten darbietenden Sache nicht gleich völlig befriedigend ausfallen würden, liess sich wohl ziemlich bestimmt erwarten. Die Erfahrung lehrt dies in solchen Fällen allgemein. Man muss erst Erfahrungen sammeln und Lehrgeld zahlen!

Es ist jetzt aber der Zeitpunkt eingetreten, wo man auf der Grundlage wirklich gemachter Erfahrungen weiter bauen kann und ein bestimmtes und wohlbegründetes Urtheil darüber zu fällen im Stande ist: ob der neu eingeschlagene Weg überhaupt zu dem gewünschten Ziele führen wird, oder ob er als verfehlt zu betrachten und ganz zu verlassen ist.

Die Fragen, von deren Beantwortung diese Entscheidung nur abhängen kann, sind folgende:

1. Erhält sich die gute, unverfälschte und nicht verdorbene Guttapercha im Erdboden unverändert, oder unterliegt sie einer, wenn auch langsamen Umwandlung?

Es ist bereits oben erwähnt, dass auch die bei weitem grösste Zahl der Drähte der beiden älteren Linien sich trotz der hier obwaltenden ungünstigen Verhältnisse bisher ganz vollständig unverändert erhalten hat. Es ist bei den meisten auch nicht das geringste Zeichen einer eintretenden Veränderung wahrzunehmen. Doch die Versuche reichen noch ein Jahr weiter hinauf. Die auf der Anhaltischen Bahn gelegte Probeleitung besteht aus nicht vulcanisirter Guttapercha. Einer dieser Drähte ist mit guter wasserfreier Guttapercha bekleidet und $1^1/_2$ Fuss tief gelegt, der andere mit unvollständig entwässerter, theils schlechter Masse und nur circa $^3/_4$ Fuss tief im Sandboden eingelegt. Der ganze ersterwähnte Draht hat sich so vollständig gut erhalten, dass es unmöglich ist, die Guttapercha von ganz frisch verarbeiteter zu unterscheiden. Der zweite zeigt nur da, wo schlechte Masse verwendet ist, eine eingetretene Verharzung. Der Harzüberzug, welcher diesen Drähten beim Einlegen noch ausser der Guttapercha gegeben wurde, hat sich theils abgelöst, theils zersetzt, während die Oberfläche der Guttapercha selbst ganz rein und durchaus unverändert geblieben ist. An den Drähten der neueren Staats- und Eisenbahntelegraphen ist nirgends eine Spur einer Veränderung der Guttapercha zu entdecken gewesen.

Es lässt sich hieraus wohl mit Sicherheit folgern, dass die Guttapercha, wenn unverfälscht und nicht vor oder bei der Fabrikation verdorben, sich in hinlänglicher Tiefe des Erdbodens ganz unverändert erhält und daher zu unterirdischen Leitungen vollständig geeignet ist.

2. Ist die Technik der Drahtfabrikation und die Kenntniss des Materials so weit vorgeschritten, dass jetzt nur Drähte zur Verwendung kommen, welche nicht die Ursache baldigen Verderbens in sich tragen?

Bereits die an den neueren Telegraphenlinien gemachten Erfahrungen bejahen diese Frage. Die im Frühjahr 1849 angelegten Linien von Berlin nach Hamburg und Stettin, von Breslau nach Oderberg und von Cöln nach Aachen, sowie auch die angelegten Eisenbahn-Telegraphenlinien mit unterirdischer Leitung sind in fast unausgesetzt gutem Betriebe geblieben. Noch nie seit ihrer Anlage sind diese Linien einer eigentlichen Revision unterworfen. Einzelne Unterbrechungen des Dienstes waren durch noch nicht beseitigte, grobe Beschädigungen bei der Anlage oder durch Eisenbahnbauten veranlasst und wurden schnell gehoben; andere hatten darin ihren Grund, dass die Beamten mit den ihren Händen anvertrauten Apparaten zu wenig bekannt waren und dass die letzteren nicht in gutem Zustande erhalten wurden. Es ist bisher noch kein Fall constatirt, dass auf diesen neueren, doch schon im dritten Jahre bestehenden Linien eine Veränderung der Guttapercha oder auch nur eine vorübergehende Dienstunterbrechung einer Linie in Folge schlechter Fabrikation der Drähte vorgekommen wäre. Eine scheinbare Ausnahme hiervon macht die Verbindung der beiden Bahn-

höfe zu Breslau, welche bereits mehrere Male durch Excentricität der Drähte unbrauchbar wurde; es lässt sich jedoch nachweisen, dass die hier verwandten Drähte einer viel früheren Fabrikationsperiode angehören.

Es soll jedoch damit keineswegs behauptet werden, dass auf diesen neueren Linien überhaupt keine Fabrikationsfehler vorkommen. Eine gründliche Revision der Leitungen wird gewiss noch eine Menge solcher Fehler und auch wohl hin und wieder noch Drähte, die mit der Zeit verdorben wurden, zum Vorschein bringen. Das Vorkommen solcher Fehler würde sich nur durch eine sehr strenge, gründliche und mit Benutzung aller Hülfsmittel der Wissenschaft durchgeführte Controlirung der Fabrikation selbst und des zur Verwendung kommenden Materials vermeiden lassen. Eine jährlich wiederholte gründliche Revision der Leitungen, bei welcher alle vorhandenen Isolationsfehler beseitigt werden, wird aber bei unterirdischen Leitungen dennoch stets nöthig sein. Sind diese Revisionen ohne wesentliche Störung des Dienstes, ohne grossen Kostenaufwand und mit vollständigem Erfolge durchführbar, wie hier der Fall ist, so erfüllen die Leitungen ihren Zweck, und die Technik der Drahtfabrikation muss für hinlänglich ausgebildet erklärt werden, wenn auch noch hin und wieder Fehler derselben vorkommen. Die jetzt in den Fabriken zur Prüfung der Isolation benutzten, äusserst empfindlichen Instrumente garantiren die Verwendung nur völlig isolirter Drähte. Eine sehr excentrische Drahtlage, in beträchtlichem Masse verharzte, verbrannte oder verfälschte Guttapercha zeigt sich fast immer durch unvollständige Isolation. Die äusseren Merkmale dieser schlechten Guttapercha sind deutlich und bekannt; man ist daher im Stande, ihre Verwendung gänzlich zu verhindern. Es ist mithin jetzt möglich, nur gute und dauernd isolirt bleibende Drähte zu fabriciren, oder doch wenigstens nur solche zur Verwendung kommen zu lassen. Die Erfahrung hat auch gezeigt, dass die unvulcanisirte Guttapercha im feuchten Boden nicht, wie im Seewasser, nach und nach in ein weniger gut isolirendes Hydrat umgewandelt wird. Die etwas geringere Härte und das etwas schnellere Sprödewerden der ungeschwefelten Guttapercha in freier Luft sind zwar noch bleibende Nachtheile derselben, dagegen lässt die Schwefelung die Verwendung schlechter und wasserhaltiger Masse weniger gut erkennen. Die Anwendung ungeschwefelter, gut entwässerter Guttapercha ist daher rathsamer, indem sie die Gefahr der Verwendung schlechter Drähte noch weiter vermindert.

3. Sind die unterirdischen Drähte gegen äussere Beschädigungen hinlänglich zu sichern?

Die Tiefe der Drahtlage ist auf den genannten neueren Linien durchschnittlich zwei Fuss. Diese Tiefe scheint gegen zufällige Beschädigungen aller Art schon ziemlich vollständig zu sichern. Demungeachtet erschien es vortheilhafter, bei den neueren Telegraphen-

Anlagen für Eisenbahnen etc. die Tiefe des Einlegens der Drähte bis auf 3 Fuss zu vermehren. Durch Anwendung der in England gebräuchlichen Geräthschaften für das Ausheben der Gräben für Wasserabzüge (drains) ist es möglich geworden, die Gräben in der Tiefe von 3 Fuss für denselben Preis herzustellen wie die früheren $1^1/_2$füssigen. Diese Tiefe sichert die Drähte nach allen bisherigen Erfahrungen nicht nur vollständig gegen zufällige Beschädigung bei Ausführung der gewöhnlichen Eisenbahnarbeiten und gegen Benagung durch Thiere, sondern entzieht sie auch gänzlich dem Zutritt der atmosphärischen Luft und beseitigt daher die Möglichkeit einer allmählichen Verharzung der Guttapercha. An solchen Orten, wo der Draht durch besondere Verhältnisse einer Beschädigung aus irgend welchem Grunde ausgesetzt, oder wo die Tiefe von $2^1/_2 - 3$ Fuss nicht zu erreichen ist, kann derselbe leicht durch Thonrinnen oder, wo es nöthig, durch eiserne Röhren gesichert werden.

Natürlich ist auch das hier Gesagte nicht so zu verstehen, als wären äussere Verletzungen absolut zu verhindern. Die Erfahrung lehrt, dass die Arbeiten der Eisenbahnen nicht immer mit der gehörigen Berücksichtigung der Lage des Drahtes ausgeführt werden. Es ist z. B. der Fall vorgekommen, dass die Arbeiter einer Eisenbahn mit Mühe den Draht zerstörten, indem sie in ihm eine widerspenstige Wurzel zu erkennen glaubten. Doch dies sind vereinzelte Fälle, die wenig Gewicht haben, wenn man nur die Möglichkeit solcher Fälle stets vor Augen hat und im Voraus für möglichst schnelle Beseitigung derselben sorgt. Bei Eisenbahn-Telegraphen und den Staats-Telegraphenlinien, wo ein Draht für die Eisenbahn in demselben Graben liegt, sind derartige fahrlässige und unbemerkt gebliebene Beschädigungen meines Wissens noch nicht vorgekommen. Da die Lage der Drähte auf dem Planum der Bahn und auf den Bahnhöfen stets genau verzeichnet und durch Pfähle erkennbar gemacht wird, so ist es in der That sehr leicht, bei aussergewöhnlich tief gehenden Arbeiten stets die nöthige Rücksicht auf dieselben zu nehmen.

Wenn die Beantwortung der gestellten entscheidenden Fragen aber auch für die fernere Anwendung der durch alleinigen Ueberzug mit Guttapercha isolirten Drähte ausfallen musste, so ergaben sich doch auch manche Mängel der so gefertigten Leitungen. Es wird stets schwierig sein, alle Fabrikationsfehler zu beseitigen und alle Beschädigungen beim Transport und dem Einlegen der Drähte, sowie bei denjenigen späteren Erdarbeiten, die bis zum Drahte reichen, zu vermeiden. Sind diese Beschädigungen auch ohne grosse Mühe, und in der Regel, ehe sie störend einwirken können, zu beseitigen, die auf bisherige Weise isolirten Drähte mithin wohl anwendbar, so muss doch zugestanden werden, dass die Beseitigung der ihnen anhaftenden Mängel sehr wünschenswerth wäre und der Werth der unterirdischen Leitungen

hierdurch sehr erhöht werden müsste. Dies geschieht durch die neuerdings angewendete Ueberziehung der isolirten Drähte mit Bleiröhren. Durch die Ueberziehung mit Blei wird die Guttapercha gänzlich dem Zutritt sowohl der Feuchtigkeit wie der Luft entzogen. Da das Blei den Draht dicht umgiebt und die etwa noch vorhandenen Zwischenräume durch Talg ausgefüllt sind, so wird die Feuchtigkeit auch in dem Falle sich nicht zwischen der Guttapercha und dem Blei durch Capillarkraft verbreiten können, wenn die Bleiröhre irgend wie beschädigt sein sollte.

Selbst den Fall angenommen, die Guttapercha-Hülle wäre undicht und isolirte mithin nur unvollkommen oder bestände aus schlechtem Material, so würde dennoch die Isolation der Drähte so lange durchaus vollständig bleiben, als die Bleiröhre sich erhielte. Ueber die Erhaltung des Bleies in der Erde liegen alte Erfahrungen vor. In reinem Sand- oder Thonboden, welcher keine vegetabilischen Bestandtheile enthält, hat es sich Jahrhunderte, ja Jahrtausende lang gut erhalten. Durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft bildet sich zwar auch in gewisser Tiefe des Erdbodens noch eine Oxydhaut auf der Oberfläche des Bleies, doch nur in dem Falle dringt diese Zersetzung tiefer ein, wenn ein gleichzeitiger Zutritt von Kohlensäure die Bildung von Bleiweiss möglich macht. Wenn man bei dem Eingraben der Bleiröhren einige Sorgfalt darauf verwendet, dass keine vegetabilischen Bestandtheile in die unmittelbare Umgebung des Drahtes kommen, so kann man auf die lange Erhaltung selbst dünner Bleiröhren mit Sicherheit rechnen. Sollte aber auch durch irgend einen Umstand das Blei irgendwo zerstört und die Guttapercha blossgelegt werden, so würde die gute Isolation des Drahtes hierdurch nur dann gefährdet sein, wenn dieselben Einflüsse, welche das Blei nach und nach zerstörten, in gleicher Weise auf die Guttapercha wirkten, was bei der gänzlichen Verschiedenheit der Substanzen wohl nur in äusserst seltenen Fällen oder nie der Fall sein kann. Der Bleiüberzug verhindert ferner die leichte Beschädigung des isolirenden Guttapercha-Ueberzuges auf dem Transport und beim Einlegen, er macht dennoch stattgefundene Beschädigungen leichter erkennbar und entzieht die Guttapercha auch bei nicht tiefem Einlegen gänzlich dem Einfluss der Luft. Die Guttapercha muss sich, auch wenn sie von schlechter Beschaffenheit ist, in der sie allen äusseren Einflüssen entziehenden Bleiröhre vollständig gut erhalten. Das in verbrannter Guttapercha enthaltene flüchtige Oel, durch dessen Verflüchtigung die Masse auch im Erdboden bald erhärtet und brüchig wird, kann durch die enganschliessende Bleihülle nicht entweichen, bleibt daher in der Guttapercha und erhält sie biegsam.

Gegen die Anwendung des Bleies spricht ausser der Kostenvermehrung eine in ein ganz anderes Gebiet fallende Erscheinung, die Vergrösserung der den unterirdischen Leitungen eigenthümlichen

Ladungserscheinungen, die aber, nach den jetzt bereits vorliegenden Erfahrungen an der circa 7 Meilen langen Telegraphen-Anlage in der Stadt Berlin, welche die Brandwachen und Polizeibureaux verbindet, und bei welcher durchgängig mit Blei bekleidete Drähte benutzt sind, nicht so beträchtlich ist, wie zu befürchten war, und durch die Wahl und Einrichtung der telegraphischen Apparate unschädlich zu machen ist. Die Kostenvermehrung durch die Ueberziehung der isolirten Drähte mit Bleiröhren ist nicht so bedeutend, wie es auf den ersten Blick scheint. Da der isolirende Ueberzug allen äusseren Einwirkungen entzogen ist, so kann er ohne Gefahr beträchtlich schwächer gemacht werden. Die Ersparung an Guttapercha ersetzt dann den grössten Theil der Kosten des Bleiüberzuges. Ausserdem erlaubt der mit Bleiröhren zu erzielende höhere Grad von Isolation die Anwendung schwächerer Drähte für lange Linien.

Aus dem bisher Gesagten wird sich für jede unbefangene Kritik ergeben, dass die ersten in Preussen angelegten unterirdischen Leitungen unter so ungünstigen Umständen angelegt sind, dass die an ihnen gemachten Erfahrungen nur mit grosser Vorsicht zur Beurtheilung des Werthes des Systems der unterirdischen Leitungen benutzt werden dürfen. Die schlechte Fabrikation der dabei benutzten Drähte, die theilweise Verwendung schlechter Sorten Guttapercha, die geringe Tiefe des Einlegens der Drähte, die Anlage der Linien in grosser Eile, in ungünstiger Jahreszeit und durch ungeübte Leute, haben zu viele Quellen störender Einflüsse und schnellen Verderbens bei ihnen eröffnet. Eine genauere Betrachtung der Ergebnisse der älteren Linien und die bei den später angelegten Leitungen gemachten Erfahrungen sprechen dagegen bisher durchaus für die unterirdischen Leitungen, wenn man auch die, bei den letzteren grösstentheils aus Mangel an Erfahrung gemachten, und jetzt zu vermeidenden Fehler berücksichtigt. Es ist bei allen neueren unterirdischen Leitungen, auch bei denen, die unmittelbar nach den beiden erstgenannten noch in demselben Jahre angelegt wurden, bisher durchaus keine Veränderung der Guttapercha bemerkbar gewesen, obschon die Tiefe des Einlegens auch bei ihnen noch zu gering war. Nur selten haben sich Fabrikationsfehler gezeigt, die eine Revision der Leitung nöthig machten. Es haben nur wenig Beschädigungen beim Einlegen der Drähte stattgefunden, und spätere äussere Beschädigungen sind nur selten vorgekommen. Wäre die Ueberwachung der unterirdischen Staats-Telegraphen-Leitungen bereits gehörig organisirt, hätte eine regelmässige und gründliche jährliche Revision und eine stete genaue Controlirung der Isolation der Leitungen stattgefunden, wären, wenn auch nicht alle, so doch ein grosser Theil der Telegraphen-Beamten mit den so einfachen Manipulationen der Aufsuchung und Ausbesserung eingetretener grober Beschädigungen vertraut gemacht, so würden die selten eingetretenen Störungen oder Unterbrechungen

des Dienstes dieser Linien stets in sehr kurzer Zeit gehoben und die Unterhaltungskosten der Leitungen verhältnissmässig sehr gering gewesen sein. Wenn man auch zugeben muss, dass die oberirdischen Leitungen manche bedeutenden Vorzüge vor den unterirdischen voraus haben und stets voraus haben werden, so dürfen doch diese Vorzüge und die erkannten wirklichen Schwächen der unterirdischen Leitungen nicht zu einer einseitigen Beurtheilung führen. Die Bilance zwischen den Vortheilen und Nachtheilen beider Leitungssysteme muss entscheiden. Diese wird sich jetzt etwa folgendermassen gestalten:

Die Vorzüge der oberirdischen Leitungen vor den unterirdischen bestehen im Wesentlichen darin, dass sie leichter beaufsichtigt und reparirt werden können, da sie überall sichtbar sind, dass bis zu einer gewissen Grenze eine Vermehrung der Drähte bei eintretendem Bedürfniss mit geringeren Kosten sich ausführen lässt und dass die Anlagekosten im Allgemeinen geringer sind als bei unterirdischen Leitungen. Diesen Vorzügen steht aber eine grosse Reihe von Nachtheilen gegenüber. Die oberirdischen Leitungen sind muthwilligen und zufälligen Zerstörungen weit mehr ausgesetzt als die unterirdischen. Sind daher auch die Beschädigungen leichter und schneller auszubessern, die Unterbrechungen des Dienstes mithin kürzer, so treten sie dafür um so häufiger auf, und nur bei sehr solide angelegten oberirdischen Leitungen würde die Sicherheit des Dienstes der der bisherigen unterirdischen gleich zu setzen sein. Verwendet man zu den oberirdischen Leitungen, wie es in Deutschland bisher am gebräuchlichsten war, Kupferdraht und dünne Stangen, so lässt sich zwar bei ihnen eine sehr vollständige Isolation erzielen und die Anlage wird bedeutend billiger als eine unterirdische, doch ist der Draht dann, wie die Erfahrung lehrt, dem Diebstahl sehr ausgesetzt; er dehnt sich nach und nach und kommt in Folge dessen leicht mit anderen, an denselben Pfosten befestigten Drähten in Berührung; er wird nach Verlauf von 6 bis 8 Jahren brüchig und muss dann erneuert werden; die Stangen vermodern, werden dann vom Sturmwind leicht umgeworfen und gefährden sogar die Sicherheit des Eisenbahndienstes. Günstigere Resultate giebt die Anwendung des Eisendrahtes zu oberirdischen Leitungen, wenn derselbe hinlänglich stark und gut verzinkt ist. Dünner Eisendraht ist bald durch den Rost verdorben und hat zu geringe Leitungsfähigkeit für längere Linien.

Die Verzinkung der Eisendrähte ist nur dann von Nutzen, wenn das Zink mit dem Eisen da, wo beide Metalle in Berührung sind, wirklich zusammengeschmolzen ist und in Folge dessen beim Biegen des Drahtes nicht abspringt oder Risse bekommt. Die Operation, durch welche dies erreicht wird, scheint bisher, trotz der Veröffentlichung der Beschreibung des patentirten Verfahrens, Geheimniss einiger englischen Fabriken zu sein, die sich ihr Fabrikat sehr theuer bezahlen lassen.

Unverzinkte oder schlecht verzinkte Drähte rosten auch bei grosser Stärke, namentlich an den Aufhängepunkten, sehr bald derartig, dass die Drähte an diesen Stellen brechen. Starke Eisendrähte müssen natürlich stark gespannt werden, damit sie nicht mit anderen in Berührung kommen, und verlangen daher auch die Anwendung starker Pfosten und besonderer Spannvorrichtungen, wodurch die Anlage beträchtlich vertheuert wird. Wie namentlich die englischen Erfahrungen lehren, wo in der Regel eine grössere Zahl von Drähten an denselben Pfosten ausgespannt ist, muss eine stete, sehr sorgfältige Bewachung der Drähte stattfinden; sie müssen häufig nachgespannt und bei eintretendem Froste wieder nachgelassen werden, da sonst eine Berührung der Drähte oder das Reissen derselben eintritt. Hierdurch werden für den Augenblick in der Regel alle Drähte unbrauchbar, da die Enden des gerissenen mit den übrigen in Berührung kommen. Auch die Eisendrähte werden nach einem Zeitraum von 8 bis 10 Jahren spröde, und mehrere englische Linien haben bereits aus dem Grunde erneuert werden müssen, weil selbst bei dem dortigen milden Winter und trotz aller Vorsicht zu häufige Drahtbrüche eintraten. Es ist bisher nicht gelungen, die Spannvorrichtungen vollständig von einander und vom Boden zu isoliren. Bei Schneefall, Regen und selbst nebligem Wetter finden daher in England sehr häufige Störungen statt, und man hilft sich dann dort in diesem Falle dadurch, dass man nur einen oder wenigstens nur ein Paar aller vorhandenen Drähte in Benutzung nimmt.

Bei der engen Verbindung, in welcher die englische Telegraphen-Compagnie mit den Eisenbahnen steht, lässt sich die stets nöthige Ueberwachung der Drähte ohne grosse Kosten für die Compagnie durch die Eisenbahnbeamten ausführen. Ob dies bei den preussischen Staats-Telegraphenlinien im eigenen und selbst in fremden Ländern ebenfalls überall der Fall sein wird, scheint mindestens fraglich.

Alle die geschilderten Mängel der oberirdischen Leitungen würden aber wohl die Frage noch nicht zu Gunsten der unterirdischen entscheiden, wenn nicht die elektrischen Störungen den Gebrauch langer oberirdischer Leitungen stets unsicher machten. Je besser die oberirdischen Leitungen isolirt sind, je mehr man daher die Quelle der durch schlechte Isolation entstehenden Störungen verstopft hat, desto häufiger und stärker werden die elektrischen Störungen. Aus Erfahrungen an kleinen Linien kann man hier durchaus nicht auf grössere schliessen. Die bei den unterirdischen Leitungen häufig in höherem Masse stattfindenden Nebenschliessungen in Folge unvollkommener Isolation haben immer einen constanten Charakter und sind daher durch richtige Einstellung der Instrumente bis zu einem sehr hohen Grade hin unschädlich zu machen. Die durch Luftelektricität in den oberirdischen Drähten erzeugten Strömungen sind dagegen stets veränderlich und machen

daher schon bei geringer Stärke den Dienst der Apparate unsicher. Bei den amerikanischen langen oberirdischen Leitungen kann man aus diesem Grunde nur selten den Uebertrager beim Morse'schen Telegraphen anwenden, da man nur durch kolossale Batterien die steten Neckereien der atmosphärischen Elektricität, bis zu einer gewissen Grenze hin, unschädlich machen kann. Hierzu kommt noch die bei oberirdischen Leitungen nicht zu beseitigende Gefahr, dass einschlagende Blitze Leitungen und Pfosten auf grössere Strecken hin zertrümmern und die Beamten und Instrumente gefährden. Durch zweckmässige Blitzableiter lassen sich die Stationszimmer und die in denselben befindlichen Apparate wohl einigermassen beschützen, nicht aber die Wärterbuden der Eisenbahnen, in welchen Glockenwerke angebracht sind, die durch den elektrischen Strom ausgelöst werden sollen. Bereits mehrere Male ist auf preussischen Eisenbahnen mit oberirdischer Leitung der Fall vorgekommen, dass Eisenbahnbeamte durch Blitze betäubt und selbst erschlagen wurden. Die Eisenbahnwärter verlassen daher in der Regel bei aufziehenden Gewittern ihre Buden und geben sich lieber dem Unwetter Preis, um sich der drohenden Lebensgefahr zu entziehen.

Bei unterirdischen Leitungen üben nur wirkliche Gewitter und einschlagende Blitze einen wenig störenden Einfluss auf den Dienst der Apparate aus. Selbst bei den bisherigen unvollkommenen unterirdischen Anlagen gehörte eine plötzlich eintretende gänzliche Zerstörung des Drahtes zu den grossen Seltenheiten, und dieselbe würde bei einer zweckmässig organisirten Ueberwachung stets in sehr kurzer Zeit beseitigt sein. Die Gründe anhaltender Störungen haben bei ihnen meist nur darin gelegen, dass aus irgend welchen Gründen eingetretene Beschädigungen des isolirenden Ueberzuges der Drähte eine allmähliche Verschlechterung der Isolation und endlich die gänzliche Durchfressung der Kupferdrähte zur Folge hatten. Es ist aber wiederum Sache einer guten Verwaltung, eine Verschlechterung der Isolation gar nicht aufkommen zu lassen, sondern entstandene Beschädigungen zu beseitigen, b e v o r sie einen schädlichen Einfluss auf die Sicherheit des Dienstes ausüben können.

Durch einen bei den preussischen Telegraphenanlagen stattfindenden grossen Uebelstand, das Vorhandensein nur eines Drahtes für die Gesammtcorrespondenz, wurde dies freilich beträchtlich erschwert. Die Revisionen einfacher unterirdischer Leitungen lassen sich zwar ausführen, ohne den Dienst der Apparate wesentlich zu stören, doch hat jede vorkommende Störung das Aufhören aller Correspondenz zur Folge, während man sich in anderen Ländern so lange mit einem Draht behilft, bis der unbrauchbare zweite wieder hergestellt ist. Die Revision der unterirdischen Leitungen selbst ist ferner unverhältnissmässig schwieriger, wenn nur ein Draht vorhanden ist, selbst abgesehen von

der gleichzeitigen störenden Benutzung desselben. Es ist bei einem Drahte schwierig, eine vorhandene Beschädigung durch Strommessungen und Berechnungen zu bestimmen, namentlich deswegen, weil die Messungen gleichzeitig an beiden Endpunkten der Leitungen vorgenommen werden müssen; sind dagegen zwei oder mehrere Drähte vorhanden, so lässt sich bei im Allgemeinen guter Isolation die Lage einer oder einiger Beschädigungen durch eine einfache Widerstandsmessung mit grösster Genauigkeit vom Zimmer aus bestimmen, wodurch die Revisionen natürlich ausserordentlich vereinfacht werden.

Die Anlagekosten unterirdischer Leitungen werden wohl stets höher sein als die oberirdischer. Ob dagegen die Unterhaltungskosten gut angelegter unterirdischer Leitungen bei zweckmässiger Organisation der Bewachung grösser sind, wie die der oberirdischen, ist wenigstens noch fraglich. Aber auch angenommen, sie wären grösser, so bilden weder die Zinsen des Anlagecapitals, noch die Erhaltungskosten der Leitungen die für die Einträglichkeit der Telegraphenlinien entscheidenden Momente. Die Kosten der Verwaltung im Allgemeinen und die Gehalte der ausübenden Beamten sind, namentlich bei den preussischen Staats-Telegraphenlinien, die unvergleichlich überwiegenden. Es hat dies seine Ursache theils darin, dass aus Gründen, die nicht zur Sache gehören, eine Menge für die telegraphische Correspondenz gänzlich unerheblicher Stationen in den einzigen vorhandenen Draht aufgenommen werden mussten, wodurch der Dienst bedeutend erschwert und eine im Vergleich mit fremden Telegraphenlinien ungemein grosse Zahl von Beamten erforderlich wurde; ferner darin, dass die Verhältnisse des Landes es mit sich brachten, dass nur ausgediente Militärs als Telegraphenbeamte angestellt wurden, während in anderen Ländern junge Leute, oft selbst Knaben, bei fast übermässig anstrengender Beschäftigung den Dienst verrichten. Man hat in Preussen mithin hinsichtlich der ausübenden Beamten ein zwar kostspieligeres, aber grössere Garantieen der Sicherheit bietendes System angenommen. Die hierfür aufgewandten grösseren Kosten können aber nur dann durch grössere Sicherheit des Dienstes der Telegraphenlinien aufgewogen werden, wenn nicht ausserhalb des Bereiches der Beamten liegende Ursachen steter Störungen vorhanden sind. Hat man daher die Ueberzeugung gewonnen, dass mit guten unterirdischen Leitungen, die mit Benutzung der bisher gemachten Erfahrungen und Fortschritte angelegt werden, eine grössere Sicherheit des Dienstes der Linien zu erreichen ist, so können die vermehrten Anlagekosten keinen genügenden Grund zur Verwerfung eines bessere Resultate gebenden Systems abgeben. Die elektrische Telegraphie ist in jeder Beziehung noch in der Kindheit ihrer Entwickelung. Erst dann kann sie diesen Standpunkt überwinden und die ihr gebührende Stellung als ein mächtiger Hebel des Staatsmechanismus und des öffentlichen Verkehrs erringen, wenn man stets

auf ihre Dienstfähigkeit und die Untrüglichkeit ihrer Mittheilungen mit Sicherheit rechnen kann und bei billigen Beförderungsgebühren jedem Anspruche schnell und sicher Genüge gethan wird. Bis jetzt hat sie nirgends diese Höhe erreicht; sie kann es auch nur mit Hülfe eines umfassenden Systems guter unterirdischer Leitungen. Schon bei der jetzigen Entwickelung der Telegraphie in England, wo doch nur in der Regel die Eisenbahn 2 bis 4 Drähte für ihren Gebrauch und die Telegraphen-Compagnie ein Paar für die Correspondenz nach den wichtigsten Punkten des Landes und ein Paar für die durchgehende Correspondenz nach den grossen Endpunkten hat, ist namentlich an solchen Stellen, wo zwei oder mehrere Linien auf kurzen Strecken zusammenfallen oder sich kreuzen, ein solches Gewirre von Drähten, und es treten so leicht gegenseitige Störungen ein, dass man mit Bestimmtheit behaupten kann: dass eine beträchtliche Vermehrung der Drähte, wie sie bei allgemeinerer Benutzung der Telegraphie erforderlich sein würde, nicht ausführbar ist, ohne grosse Störungen und Unsicherheit hervorzubringen. Derselbe Grund, welcher bei einem noch in der Kindheit befindlichen Systeme elektrischer Telegraphen für die oberirdischen Leitungen spricht, wird sich bei weiterer Entwickelung derselben daher gerade in das Gegentheil umkehren. Bei unterirdischen Leitungen muss man freilich, um das leicht nöthig werdende Hinzufügen eines Drahtes zu vermeiden, die Anlage von vorn herein in grösserem Massstabe machen und mindestens gleich einen Draht mehr einlegen, als für den Augenblick nöthig scheint. Man muss auch bei dem Wege, den die Drähte durchlaufen, gleich die nöthige Rücksicht auf das für spätere Anlagen nöthige Terrain nehmen. Es ist übrigens auch nicht so schwierig und kostspielig, wie es auf den ersten Blick erscheint, die bereits gelegten Drähte wieder aufzunehmen und mit den hinzuzufügenden zugleich wieder einzulegen, nachdem sie an Ort und Stelle einer genauen Prüfung unterworfen und etwa vorgefundene oder bei der Arbeit entstandene Beschädigungen ausgebessert sind. Die Störung des Dienstes bei dieser Arbeit lässt sich durch eine provisorische oberirdische Leitung, die man für die Dauer der Arbeit an der Arbeitsstelle anbringt und nach Beendigung derselben fortrückt, leicht und ohne in Betracht kommende Kosten verhindern.

Der Zweck dieser Blätter war: zu zeigen, dass die ungünstigen Resultate, welche die ersten in Preussen angelegten unterirdischen Leitungen gegeben haben, nicht Folge des angenommenen Systems, sondern der meist durch Mangel an Erfahrung und ungünstige Verhältnisse herbeigeführten Fehler der Anlage und späteren Verwaltung waren. Diese Fehler sind bei den neueren Anlagen grossentheils vermieden und werden sich bei späteren durch richtige Benutzung der gewonnenen Erfahrungen und der Fortschritte der Technik gänzlich beseitigen lassen.

Es ist aber zu beklagen, dass durch diese ungünstigen Resultate ein sehr allgemeines und unbegründetes Vorurtheil gegen das System unterirdischer Leitungen überhaupt hervorgerufen ist. Ueber den wahren Werth desselben kann nur eine genaue, von wissenschaftlichen und sachkundigen Männern angestellte, vergleichende Analyse der bisherigen Resultate endgültig entscheiden. Es würde daher gerade jetzt von hoher Wichtigkeit und grossem praktischen Nutzen sein, wenn die Regierung den schon einmal betretenen Weg wieder einschlüge und das gutachtliche Urtheil einer wissenschaftlichen Commission über die jetzt vorliegenden Resultate und die zu ergreifenden Massregeln, sowie über diejenigen organischen Einrichtungen der Verwaltung, die zur steten Erhaltung der Dienstfähigkeit der Leitungen und des ganzen Instituts durchaus nothwendig sind, einholte.

Patentgesuch auf eine Verbesserung der Einstellung von Uebertragern.

7. Februar 1852.

Beim Gebrauche von Uebertragern (Relais) für telegraphische Zwecke hat sich herausgestellt, dass der Anker derselben beim Sprechen auf grössere Entfernungen einen weiteren Abstand vom Magneten haben, aber der Spielraum des Kontaktes kleiner als beim Sprechen auf kürzere Entfernungen sein muss. Um nun bei Telegraphen, welche abwechselnd mit nahen und entfernten Stationen sprechen sollen, die nothwendige Veränderung der Ankerstellung, welche bisher nur auf eine sehr zeitraubende und unsichere, den Apparaten leicht nachtheilige Weise geschah, leicht und sicher auszuführen, sind folgende Einrichtungen getroffen worden.

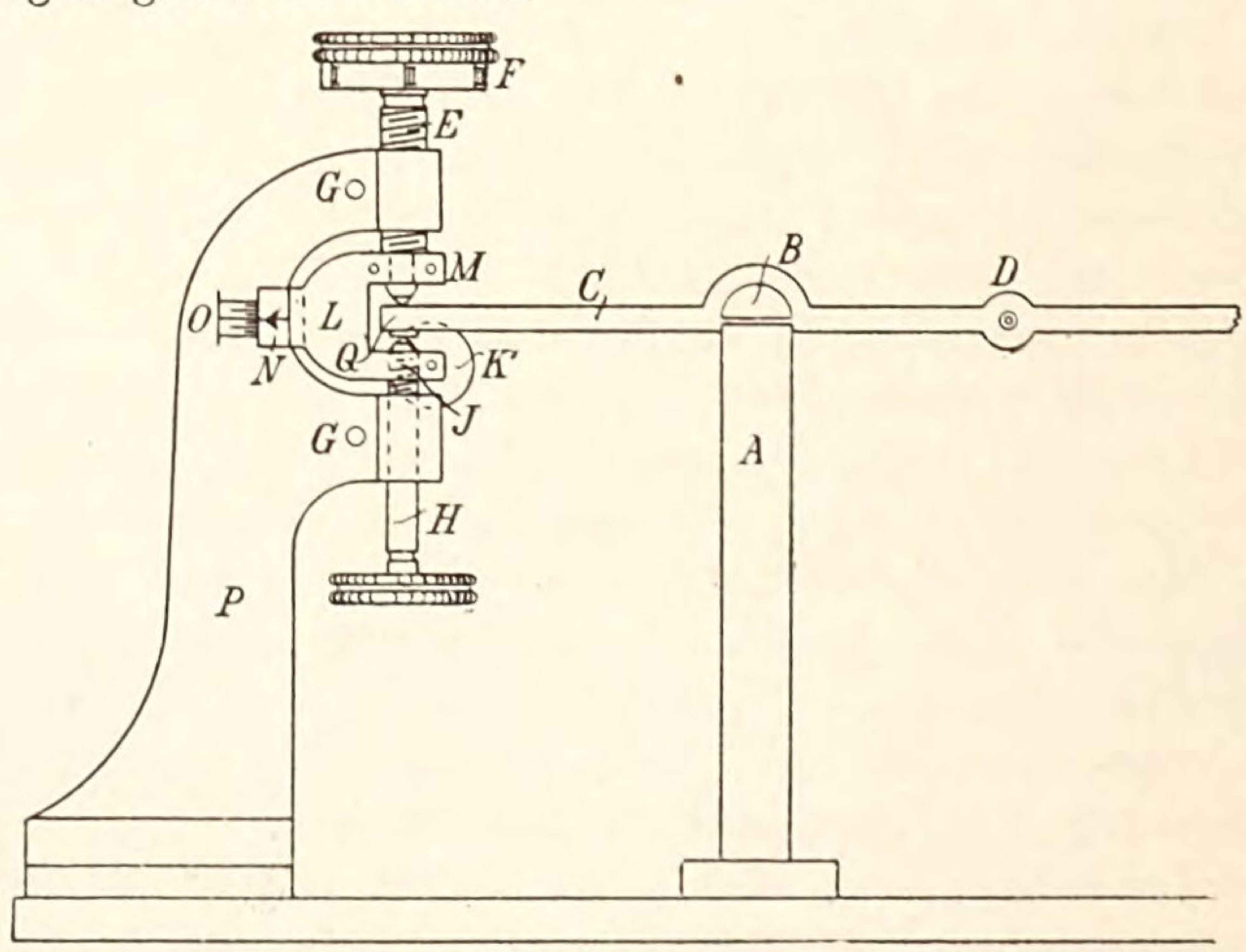


Fig. 38.

In Fig. 38 ist *A* der Magnet des Uebertragers, *C* der um *D* drehbare Hebel, welcher in *B* den Anker trägt und bei *Q* den Kontakt

bildet, der sich im Ausschnitt des Stückes *L* befindet. Das Stück *L* ist mit zwei gleichen Plättchen *N* versehen, von denen nur das eine, welches den Index trägt, in der Zeichnung zu sehen ist. Diese Plättchen sichern das Stück *L* gegen horizontale Verschiebungen. Die vertikale Führung von *L* geschieht durch den cylindrischen Hals der Schraube *H*, welche bei *J* ein feines Gewinde hat, um den Spielraum des Kontaktes ein für allemal einzurichten, und welche durch die Schraube *K* festzustellen ist. Die Schraube *E* hat über dem Isolirungssteinchen einen Hals, welcher im Stücke *L* in Lager eingelassen ist, und so beim Drehen der Schraube *E* das Stück *L* hebt oder senkt, und dadurch die Ankerentfernung bestimmt.

Die einmal festgestellte Entfernung ist durch die Ablesung an der Theilung *O*, welche ganzen Umgängen der Schraube entspricht, und durch die mit der Schraube *E* verbundene Theilscheibe *F*, welche Fünftel-Umgänge angiebt, mit grosser Genauigkeit wiederzufinden. Die Stellung des Stückes *L* wird noch ausserdem durch die Klemmschrauben *G*, *G* gesichert.

Das automatische Telegraphensystem für die Russischen Staatstelegraphen.

1853.

Für die in den Jahren 1853—1855 von der Firma Siemens & Halske in Russland erbauten Staatstelegraphenlinien wurde das in den Fig. 39 bis 42 dargestellte Apparatsystem für automatische Schnelltelegraphie konstruirt. Die Linie Warschau-Petersburg mit automatischer Translationsstation in Dünaburg war die erste, welche mit solchen Apparaten besetzt wurde.

Fig. 39 zeigt den — im folgenden Aufsatz auf S. 88 ff. eingehend

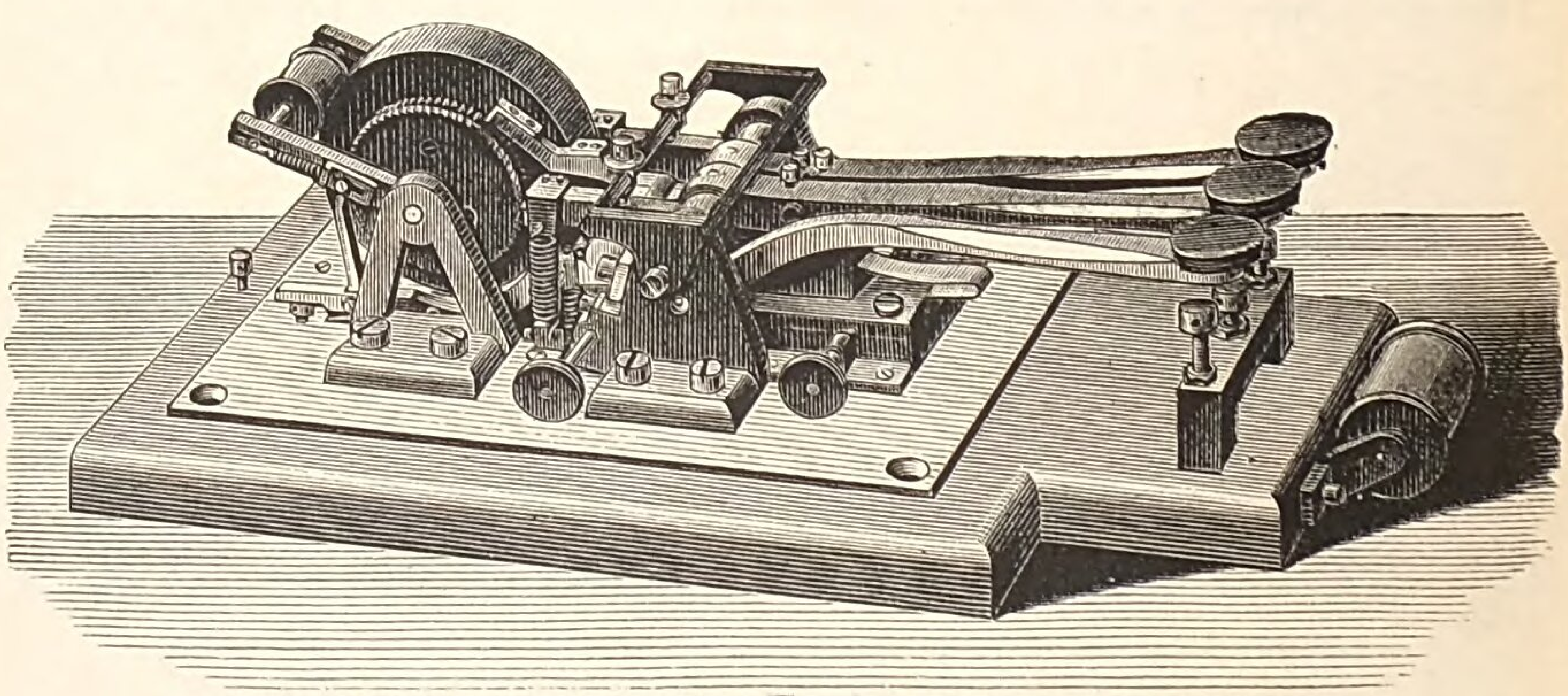


Fig. 39.

beschriebenen — Dreitastenschriftlocher, welcher dazu diente, die Morsezeichen in einen Papierstreifen einzulochen. Die so vorbereitete Depesche wurde durch den in Fig. 40 dargestellten Schnellschriftgeber abtelegraphirt, in welchem der gelochte Papierstreifen zwischen einer Metallwalze und einem gegen ihn federnden Metallpinsel hindurchgezogen wurde.

Als Empfangsapparat diente der in Fig. 41 abgebildete Schnellschreiber — ein mit einem drehbaren Magnetkern aus-

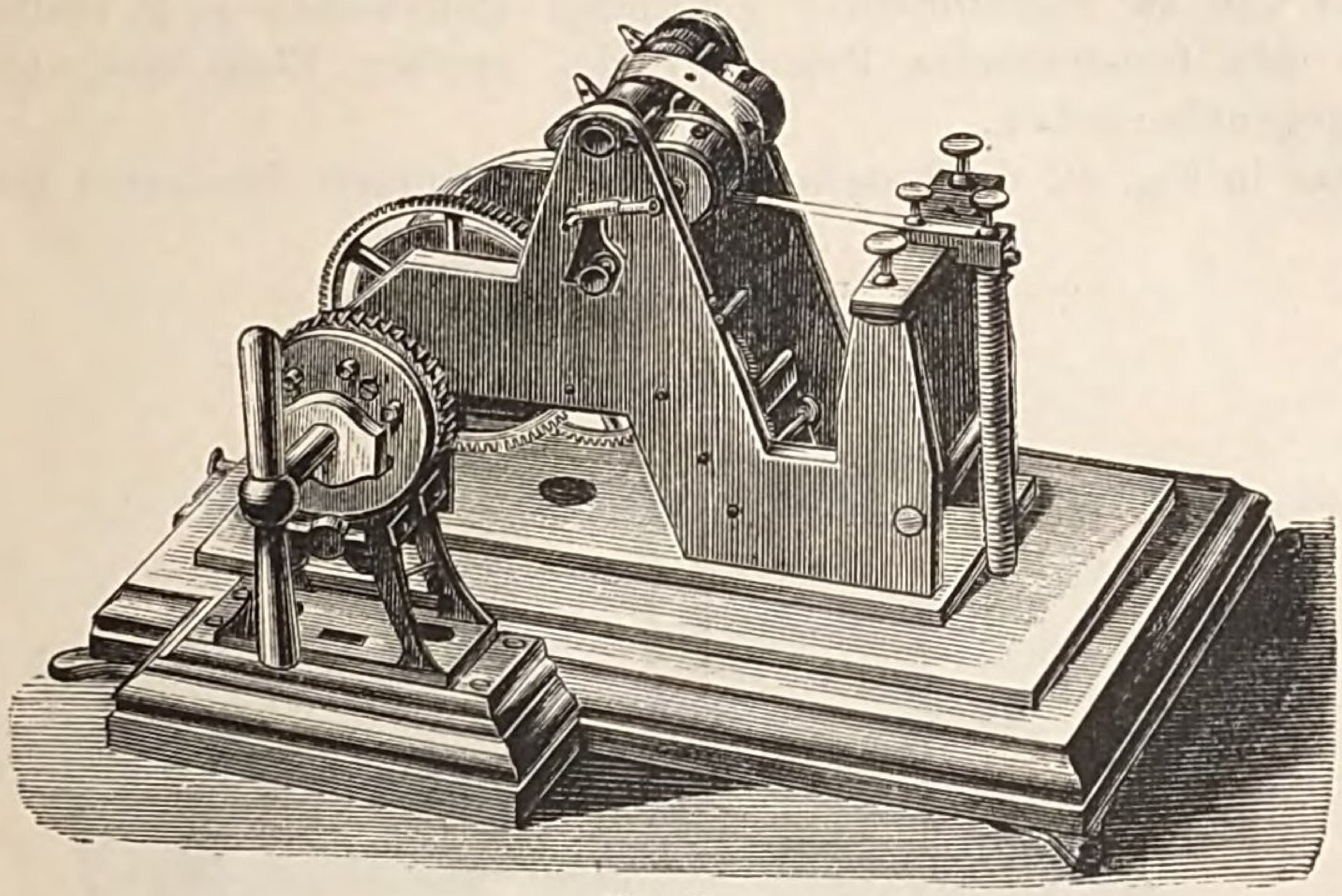


Fig. 40.

gerüsteter Stiftschreiber von der den ältesten Morseapparaten der Firma Siemens & Halske eigenthümlichen, sogenannten Kamelform. Die

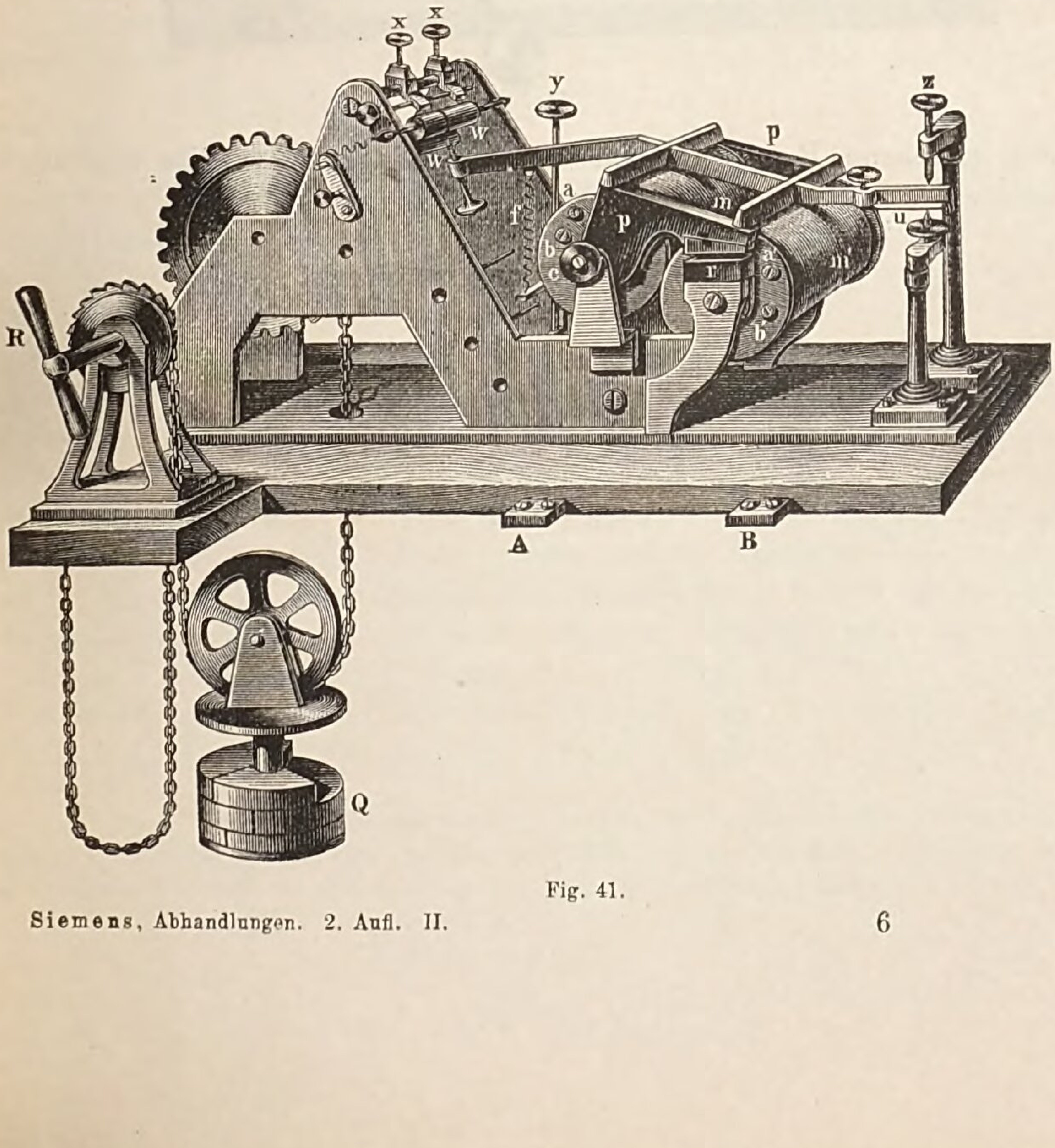


Fig. 41.

beiden Elektromagnete *m* und *m'* sind liegend angeordnet; der Kern des ersteren ist innerhalb seiner feststehenden Spule um die Axe *c* drehbar und zu eigenthümlich geformten Polschuhen *p*, *p* verlängert, welche den feststehenden Polen *r*, *r* des zweiten Elektromagneten *m'* nahe gegenüberstehen.

Das in Fig. 42 dargestellte, ebenfalls mit einem drehbaren Magnet-

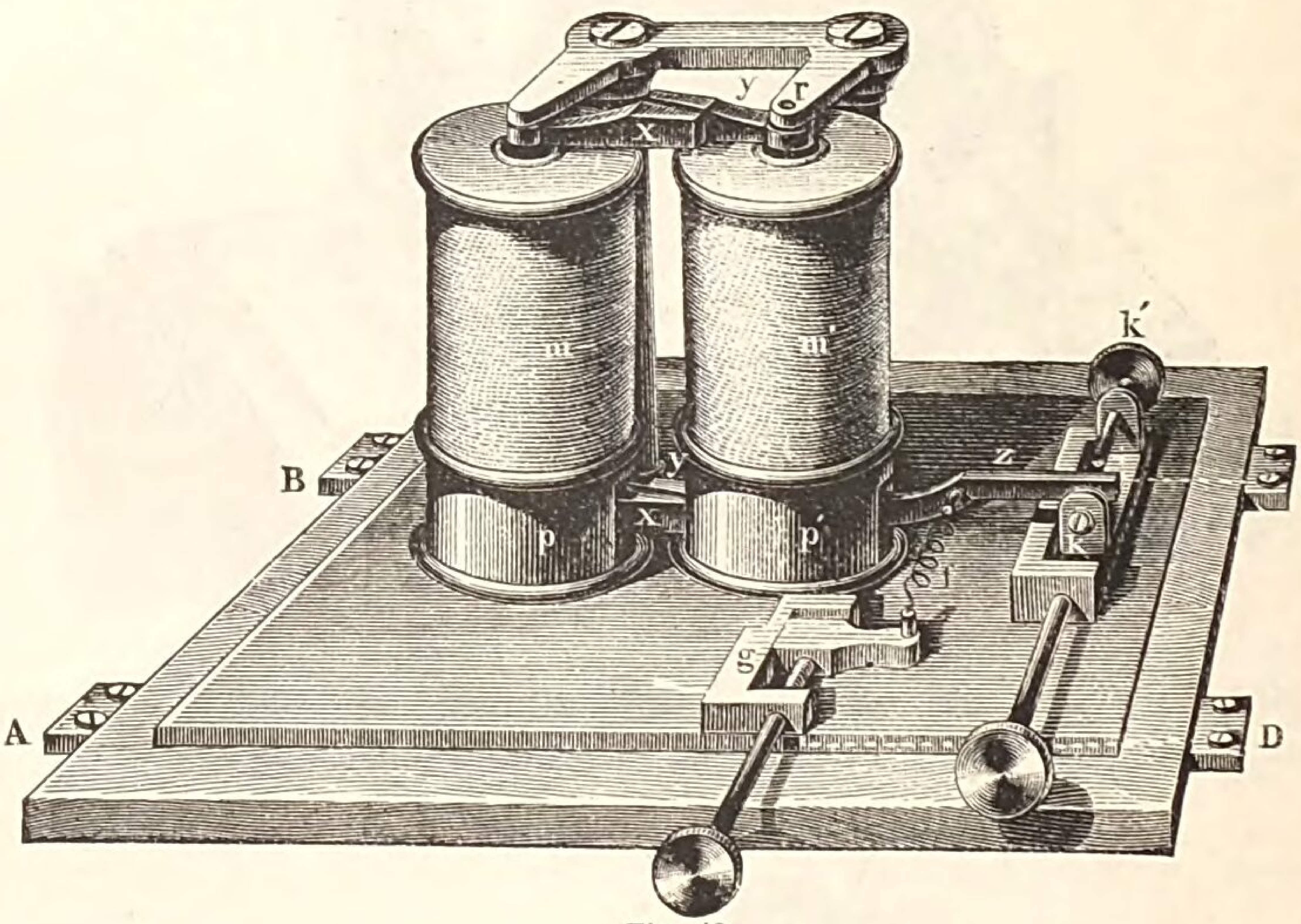


Fig. 42.

kern versehene Relais gleicht im Wesentlichen dem im folgenden Aufsätze S. 87 und 88 beschriebenen.

Englisches Patentgesuch

betreffend elektromagnetisches Gegensprechen, Uebertrager mit drehbaren Magnetkernen und Dreitastenschriftlocher für automatische Telegraphie — von William Siemens auf Grund von Mittheilungen seines Bruders Werner eingereicht.

(Dingler's polyt. Journal, Bd. 139, S. 161.)

8. November 1854.

1. Apparat zum gleichzeitigen Telegraphiren in entgegengesetzten Richtungen auf demselben Leitungsdraht[1]).

Fig. 43 stellt eine der Anordnungen zu diesem Zwecke dar. Sie besteht aus zwei telegraphischen und zwar vorzugsweise Morse'schen Apparaten A, A^1, welche an den entgegengesetzten Stationen aufgestellt sind und durch lokale Batterieen B, B^1 in Thätigkeit gesetzt werden. Die lokalen Ketten sind punktirt dargestellt. C, C^1 sind die transmittirenden Instrumente, deren jedes aus zwei Elektromagneten a, b und den Hebeln c, d aus weichem Eisen besteht, welche an den Elektromagneten innerhalb der Spiralen befestigt sind. Der Elektromagnet b mit seinem Arm c ist fest, während der Elektromagnet a mit seinem doppelten Hebel d sich drehen kann, jedoch durch die Feder f gegen seinen Aufhälter zurückgehalten wird. Dieser transmittirende Apparat ist in Fig. 45 in einer Detailansicht dargestellt und soll unten näher beschrieben werden. D, D^1 sind die gewöhnlichen Tasten oder Kontakthebel des Morse'schen Apparates. E, E^1 sind Widerstandspiralen, bestehend aus einem dünnen Neusilberdraht von beträchtlicher Länge, welcher einen Widerstand gleich demjenigen des Telegraphendrahtes

[1]) Diese von Werner Siemens angewandte Schaltung für das elektromagnetische Gegensprechen wurde gleichzeitig von Herrn C. Frischen in Hannover ausgeführt, weshalb beide Erfinder ihr Interesse an der Erfindung später vereinigten.

darbietet. Dieser Widerstand kann durch Umdrehung der kleinen Zeiger g, g^1 regulirt werden. F, F^1 sind galvanische Batterieen zum Betriebe der Telegraphen. Beim Niederdrücken der Taste *D* wird die Kette der Batterie *F* geschlossen. Der galvanische Strom geht nun von dem Zinkpol dieser Batterie durch den Draht *1* in das Metallstück *h*, welches in diesem Momente mit dem Hebel *D* nicht in Berührung ist, und von da nach zwei Richtungen: erstens durch den Draht 2, die Windungen des Elektromagneten *b* und die Widerstandspirale *E* in das Erdreich, aus diesem durch den Draht 3 und den Tasthebel *D* in das Kontaktstück *i* und von diesem endlich zurück in den Kupferpol der Batterie *F*. Der zweite Strom nimmt von *h* seinen Weg durch den Draht 4 und die Windungen des Elektromagneten *a*

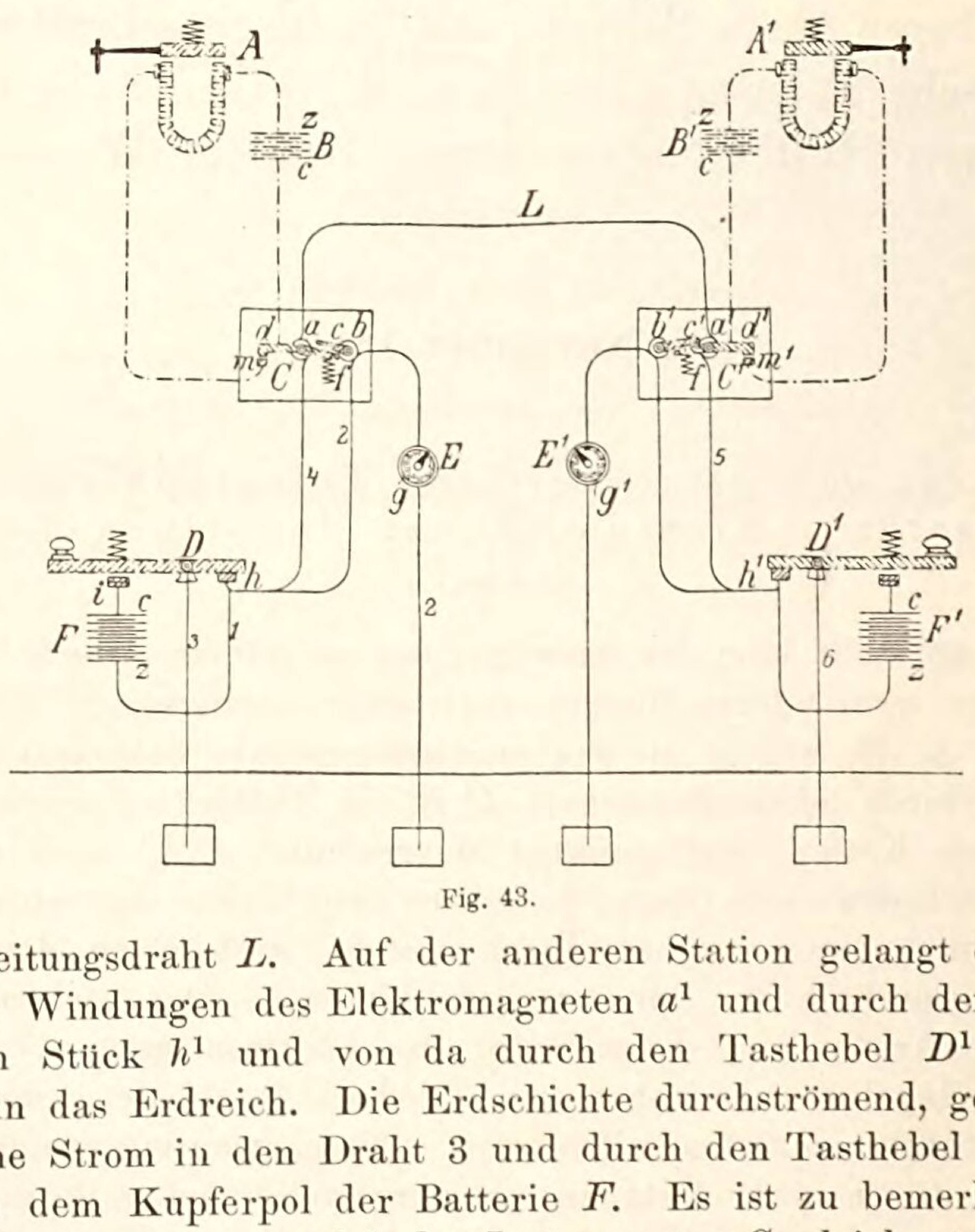


Fig. 43.

in den Leitungsdraht *L*. Auf der anderen Station gelangt der Strom durch die Windungen des Elektromagneten a^1 und durch den Draht 5 nach dem Stück h^1 und von da durch den Tasthebel D^1 und den Draht 6 in das Erdreich. Die Erdschichte durchströmend, gelangt der galvanische Strom in den Draht 3 und durch den Tasthebel *D* gleichfalls nach dem Kupferpol der Batterie *F*. Es ist zu bemerken, dass beide Elektromagnete *a* und *b* des Instrumentes *C* gleich stark erregt werden, und da die Hebel *c* und *d* gleichnamige magnetische Pole werden, so stossen sie einander ab; es wird daher keine Bewegung erfolgen. An der anderen Station bringt der Strom eine Wirkung nur auf den Elektromagneten a^1 hervor; sein beweglicher Arm d^1 nähert sich daher dem festen Arm des weichen Eisens c^1 und stellt dadurch die Berührung zwischen den äussersten Enden des Hebels d^1 und dem

Kontaktstück m^1 her. Damit wird die Kette der Lokalbatterie B^1 geschlossen und die Armatur des Apparates A^1 so lange angezogen, als die Taste D auf der entgegengesetzten Station niedergedrückt bleibt. Es entsteht somit auf dem Papierstreifen ein Zeichen. Ferner ist einleuchtend, dass das Niederdrücken der Taste D^1 auf gleiche Weise in dem Apparate A eine Bewegung hervorbringen wird, wie das Niederdrücken der Taste D in dem Apparate A^1.

Wenn beide Tasten D und D^1 gleichzeitig niedergedrückt werden, so werden dadurch beide Batterieen F und F^1 in die Kette des Telegraphendrahtes eingeschaltet, so dass die gleichnamigen Pole einander gegenüber liegen. Da die Stärke beider Batterieen ungefähr die gleiche ist, so wird kein bemerkbarer Strom durch den Telegraphendraht gehen, folglich werden die Elektromagnete a und a^1 nicht erregt. Die von jeder Batterie durch die Elektromagnete b und b^1 und die Widerstandspiralen E und E^1 gehenden Lokalströme erregen Magnetismus in den festen Armen c, c^1, welche sofort die weichen Eisenhebel d, d^1 anziehen und dadurch die lokalen Ketten beider Instrumente schliessen. In dem Moment, in welchem eine der Tasten, z. B. D, frei gelassen wird, tritt die Batterie F aus der Kette, und der Elektromagnet b verliert seinen Magnetismus. Auf der anderen Seite nimmt der Strom von der Batterie F^1 seinen Weg durch den Telegraphendraht und erregt den Elektromagneten a in dem Moment, in welchem die Erregung des Elektromagneten b aufhört. Die Arme c und d bleiben in Berührung und der Lokalstrom des Telegraphen-Apparates dauert fort. An der gegenüberliegenden Station fährt die Batterie F^1 fort, den Elektromagneten b^1 durch ihren Lokalstrom zu erregen, und fängt an, den Elektromagneten a^1 durch den Strom des Leitungsdrahtes zu erregen. Die beiden Arme c^1 und d^1 stossen einander als gleichnamige Pole zweier Elektromagneten ab, und der Lokalstrom der Batterie B^1 wird unterbrochen. Der bei h ankommende Strom des Telegraphendrahtes geht jedoch nicht vollständig durch den Hebel D und den Draht 3 nach der Erde, sondern ein kleiner Theil desselben nimmt seinen Weg durch die Windungen des Elektromagneten b und die Widerstandspiralen E in die Erde. Der Arm c wird daher einen gewissen Grad von Magnetismus beibehalten, welcher aber so gering sein wird, dass er im Vergleich mit dem Magnetismus des Armes d ganz ausser Acht gelassen werden darf.

Es ist wichtig, den Widerstand der Spiralen von Zeit zu Zeit nach demjenigen des Leitungsdrahtes zu reguliren. Zu diesem Zwecke ist ein Galvanometer eingeschaltet, dessen Nadel in einer aus zwei Drähten bestehenden Spirale spielt; der eine dieser Drähte bildet einen Theil der lokalen Kette, der andere einen Theil des Leitungsdrahtes. Wenn beim Niederdrücken des Tasthebels die Nadel abgelenkt wird, so ist dieses ein Zeichen dafür, dass ein Strom den an-

deren überwiegt; der Zeiger der Widerstandspiralen muss daher so lange verstellt werden, bis das Niederdrücken der Taste am Galvanometer keine merkbare Ablenkung mehr hervorbringt. Die Nadel dieses Galvanometers wird dagegen stets abgelenkt, wenn die Taste des Apparates der gegenüberliegenden Station niedergedrückt wird, und kann das Galvanometer daher als Nadeltelegraph benutzt werden. — Die beschriebene Anordnung hat auch den beabsichtigten Erfolg, wenn man die Pole der einen Batterie umkehrt. Beim gleichzeitigen Niederdrücken beider Tasten erlangt der Strom des Telegraphendrahtes in diesem Falle die doppelte Intensität des durch die Widerstandspiralen oder die Lokalketten gehenden Stromes, und der Magnetismus der Elektromagnete a und a^1 wird die Hebel d und d^1 anziehen, ungeachtet des gleichnamigen Magnetismus in den Armen c und c^1.

Fig. 44 zeigt eine andere Anordnung zum gleichzeitigen Telegraphiren nach entgegengesetzten Richtungen mittelst eines und des-

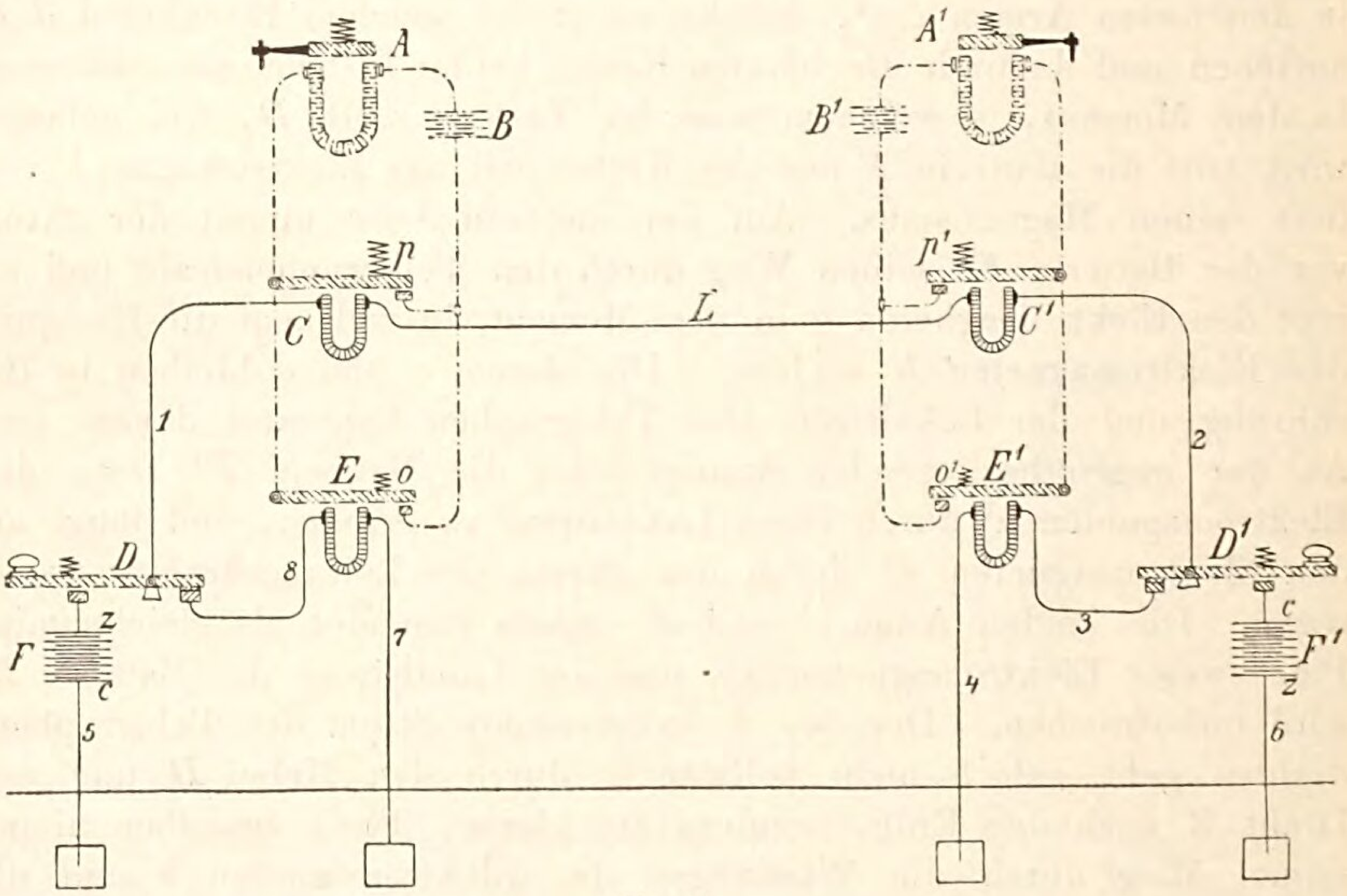


Fig. 44.

selben Leitungsdrahtes. A und A^1 sind telegraphische Apparate, welche nach geschlossener Lokalkette durch die Batterieen B und B^1 in Thätigkeit gesetzt werden. C und E auf der einen Seite, C^1 und E^1 auf der andern Seite sind die transmittirenden Apparate zum Schluss der Lokalketten. Die Armaturen der Instrumente E und E^1 werden durch die Federn o, o^1 gegen ihre Aufhälter zurückgehalten, während die Armaturen der Instrumente C und C^1 durch Federn p und p^1 von doppelter Kraft zurückgehalten werden. Wenn der Tasthebel D niedergedrückt wird, so geht ein Strom von dem Zinkende der Batterie durch den Draht *1*, durch die Spirale des Instruments C, den Tele-

graphendraht L und die Windungen des Instruments C^1 der andern Station; von da durch die Drähte 2 und 3, durch die Windungen des Instruments E^1 und durch den Draht 4 in das Erdreich; endlich durch den Draht 5 nach dem Kupferpol der Batterie F. Der Batteriestrom erregt in den Elektromagneten der Instrumente C, C^1 und E^1 den Magnetismus in gleicher Stärke. Diese Stärke ist jedoch nicht hinreichend, die zurückhaltende Kraft der grösseren Federn p und p^1, wohl aber diejenige der schwächeren Feder o^1 zu überwältigen und durch Anziehung der Armatur des Instruments E^1 den Stromkreis der lokalen Batterie B^1 zu schliessen. Der telegraphische Apparat A^1 bringt daher ein Signal hervor, während der Apparat A nicht afficirt wird. Wird umgekehrt der Tasthebel D^1 niedergedrückt, so geht der Strom von dem Zinkpol der Batterie F^1 durch den Draht 6 in die Erde, dann durch den Draht 7 der andern Station und durch die Windungen des Instruments E, ferner durch die Drähte 8 und 1, die Windungen des Instruments C, den Telegraphendraht L, die Windungen des Instruments C^1, den Draht 2 und den Tasthebel D^1 nach dem Kupferpol der Batterie F^1. Der in den Instrumenten E, C, C^1 erregte Magnetismus bewirkt nur die Anziehung der Armatur von E, welche durch die schwache Feder o zurückgehalten wird, und somit den Schluss der lokalen Kette der Batterie B. Der telegraphische Apparat A bringt daher ein Signal hervor. Sollten die Tasthebel D und D^1 gleichzeitig niedergedrückt werden, dann würden beide Batterieen F und F^1 in die Kette des Telegraphendrahtes eingeschaltet. Von dem Zinkpol der Batterie F ausgehend, würde der Strom den Draht 1, das Instrument C, den Telegraphendraht L, das Instrument C^1, den Draht 2, den Tasthebel D^1, die Batterie F^1, das Erdreich durchlaufen und endlich durch den Draht 5 zum Kupferpol der Batterie F gelangen. Die summirte Kraft beider Batterieen aber würde hinreichen, um die zurückhaltende Kraft der stärkern Federn p und p^1 zu überwältigen. Die Armaturen der Instrumente C und C^1 würden beide angezogen und die Ketten der Lokalbatterien B und B^1 geschlossen. Die gleichzeitige Bewegung beider telegraphischen Apparate ist somit ausser Zweifel.

2. Uebertrager mit drehbaren Magnetkernen.

Fig. 45 stellt den verbesserten transmittirenden Apparat im Grundriss und Aufriss dar. Auf der Basisplatte A sind zwei hohle Holzcylinder B, B^1 angeordnet, auf welche die Drähte in gewöhnlicher Weise gewunden sind. Die Höhlungen dieser Cylinder enthalten Stangen oder Röhren aus weichem Eisen, welche frei zwischen Stahlspitzen rotiren und jene Höhlungen beinahe ausfüllen. Die Eisenstange oder Röhre des Cylinders B trägt oben und unten zwei Arme aus weichem Eisen E, E; diejenige des Cylinders B^1 zwei ähnliche

Arme E^1, E^1. Ein Messingarm F ist mit dem unteren Arm E verbunden und endigt zwischen zwei Stellschrauben N und O, mit deren Hülfe die Stellung der Arme E adjustirt und fixirt werden kann. Ein ähnlicher Messingarm G verlängert den unteren Arm E^1 und endigt zwischen einer isolirten Widerlage K und einer metallenen Kontaktschraube M.

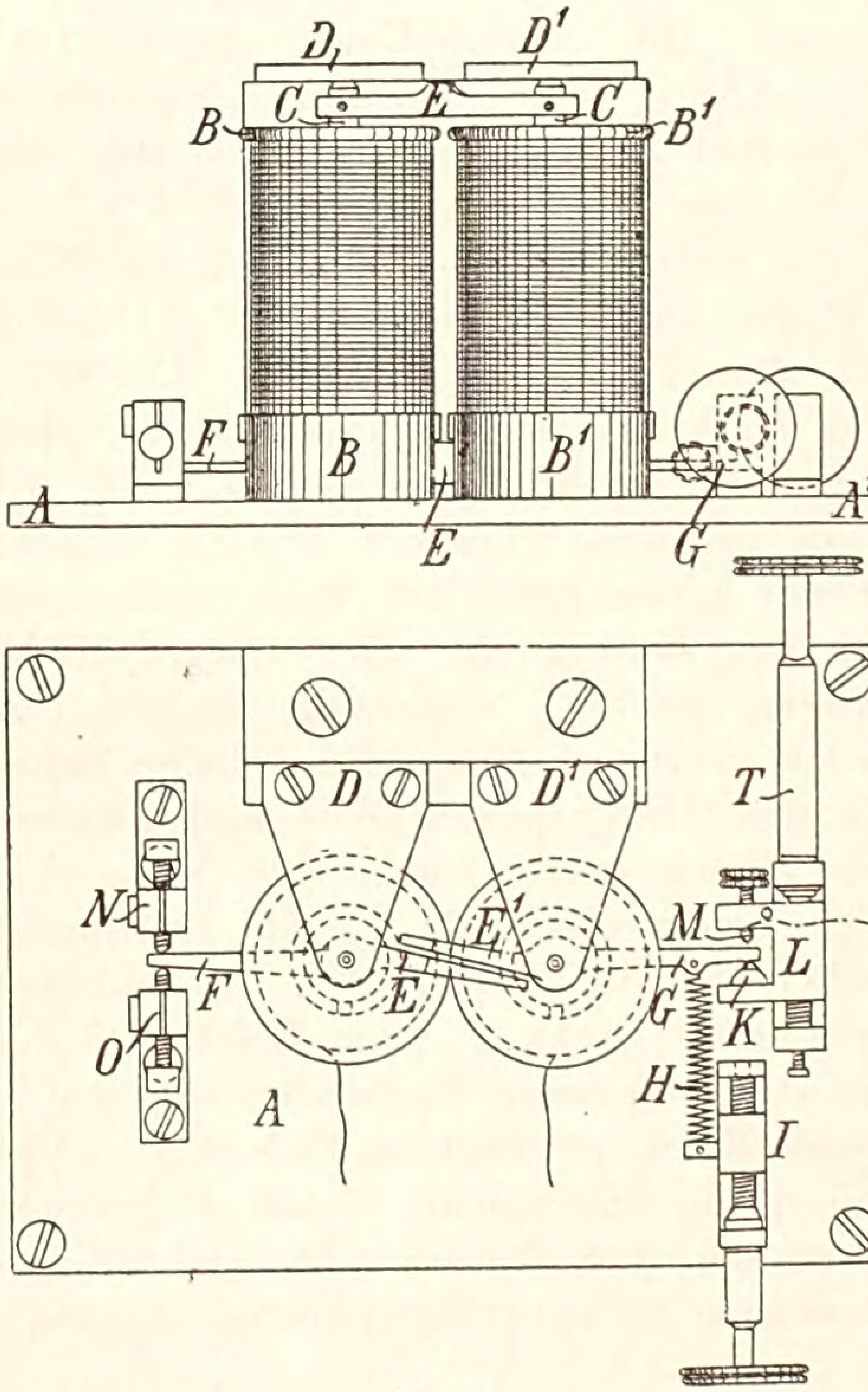


Fig. 45.

Der Hebel G wird durch die Spiralfeder H, deren Spannkraft mittelst der Adjustirschraube I regulirt werden kann, gegen seine isolirte Widerlage K zurückgehalten. Die Widerlagen K und M befinden sich an einem Metallstück L, welches mittelst der Schraube T leicht bewegt werden kann, um zu jeder Zeit den Abstand zwischen den Armen E und E^1 reguliren zu können. Die Länge der Bewegung des Arms G, und folglich auch der Arme E und E^1, wird unabhängig mittelst der Stellschraube M regulirt. Wenn nun ein galvanischer Strom die Windungen der Elektromagnete durchläuft, so ziehen die Arme E und E^1 einander an, und der Arm G bewegt sich gegen die Metallspitze M, um die Lokalkette des telegraphischen Apparates zu schliessen. Instrumente dieser Art, welche mit solchen Adjustirvorrichtungen versehen sind, lassen sich bei den Apparaten A und A^1, Fig. 43 und 44, mit Vortheil anwenden.

3. Dreitastenschriftlocher.

Bei den chemischen Telegraphen von Bain bediente man sich zur Beförderung der Signale seither durchlochter Papierstreifen. Die verschiedenen Signale wurden dargestellt durch Combinationen von Punkten und Linien, und diese wurden durch entsprechende runde und längliche Löcher in einem Papierstreifen hervorgebracht. Bedient man sich bei Morse's Telegraphen, welcher die Signale mittelst eines mit

der Armatur des Elektromagneten verbundenen Stiftes erzeugt, eines Papierstreifens mit runden oder kurzen und mit länglichen Löchern, so zeigt es sich, dass die Geschwindigkeit, mit welcher der Apparat arbeitet, aus folgender Ursache eingeschränkt wird. Wenn sich das Papier mit einer solchen Geschwindigkeit bewegt, dass der Wirkung der Elektromagneten beim Vorübergang eines der kurzen Löcher an dem sogenannten Finger oder Schreiber gerade hinreichende Zeit geboten ist, so zeigt es sich, dass während des Vorüberganges eines der

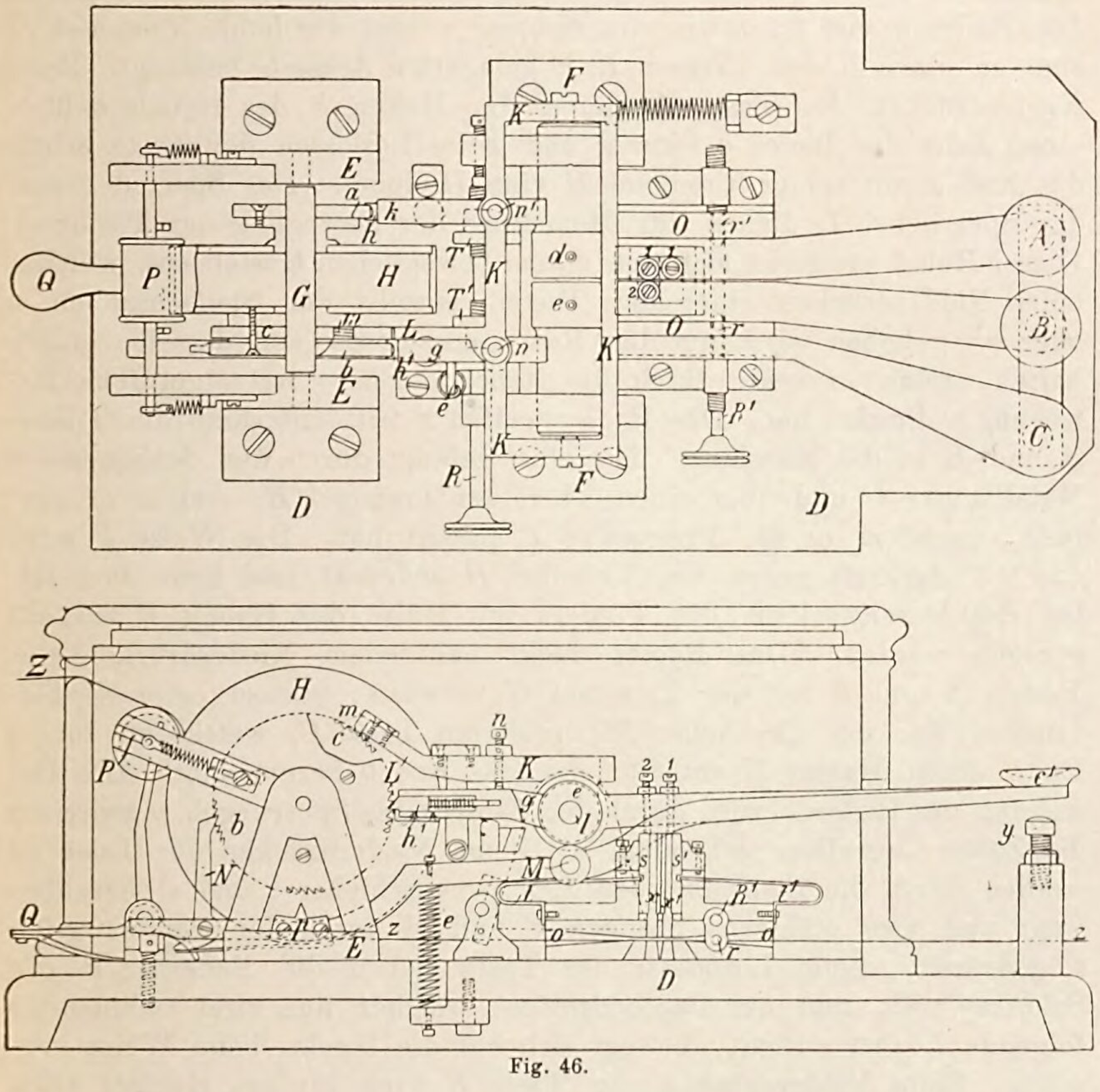


Fig. 46.

länglichen Löcher der rückständige Magnetismus so stark ist, dass er die Rückkehr der Armatur verzögert und somit auf die Geschwindigkeit des Signalisirens einen nachtheiligen Einfluss ausübt. Dieser Uebelstand wird dadurch beseitigt, dass man alle Löcher gleich gross macht und die Signale durch einen grösseren oder geringeren Abstand derselben von einander erzeugt. Auf diese Weise ersetzen zwei dicht neben einander befindliche runde Löcher ein längliches Loch.

Fig. 46 stellt den Mechanismus zum Durchlöchern der Papierstreifen im Grundriss und im senkrechten Durchschnitte dar. *A*, *B*, *C* sind drei Tasten, welche durch Federn in der Höhe erhalten werden und sich bis zu den Schrauben *y* niederdrücken lassen. Die Tasten *A* und *B* drehen sich mit ihren Naben *d* und *e* um einen Zapfen I. Die Nabe *e* ist mit einem Hebel *g* versehen, und dieser enthält an seinem Ende einen elastischen Haken h^1, welcher in die Sperrzähne des Rades *b* greift. Die Nabe *d* der Taste *A* enthält einen ähnlichen Hebel *k*, dessen elastischer Haken *h* in die Sperrzähne des kleineren Rades *a* greift. Die Räder *a* und *b*, sowie das Sperrad *c* und die hohle Trommel *H* sind an einer in den Trägern *E*, *E* gelagerten Achse *G* befestigt. Beim Niederdrücken der Taste *A* gleitet der Haken *h* des Hebels *k* über einen Zahn des Rades *a* hinweg und beim Loslassen der Taste erhält das Rad *a* mit seiner Trommel *H* eine Drehung. Das Sperrad *c* und der Sperrhebel *L* dienen zur Hemmung der Bewegung der Trommel. Dieser Hebel erstreckt sich von einem beweglichen Gestell aus, welches beim Niederdrücken einer der Tasten mittelst der Stellschrauben *n* oder n^1 gehoben wird, um das Rad *c* auszulösen und dasselbe einzuhalten, wenn es seine durch die Hebel *k* oder *g* hervorgerufene Bewegung vollendet hat. Der Papierstreifen *z* tritt unterhalb der Tasten *A* und *B* in die Maschine. Derselbe gelangt durch den Schlitz eines Metallstücks *O* und über einen Theil der Trommel *H*, welche er verlässt, nachdem er die Presswalze *P* passirt hat. Die Walze *P* wird durch Federkraft gegen die Trommel *H* gedrückt nnd kann zum Behuf des Durchsteckens des Papiers mit Hülfe des Hebels *Q* zurückgezogen werden. Das Papier rückt bei jedem Niederdrücken der Tasten *A* und *B* mit der Trommel *H* vorwärts; ebenso beim Niederdrücken der um die Achse *M* drehbaren Taste *C*, welche an ihrem Ende einen Haken *N* enthält, der das Rad *b* herumtreibt. Die Bewegung des Rades *b* wird durch den Eintritt des Sperrkegels *p* zwischen die Zähne desselben gehemmt. — Beim Niederdrücken der Taste *A* werden durch die Stellschrauben *1*, *1* zwei Schieber *s* und s^1 herabbewegt und zwei stählerne Stangen *x* und x^1 durch den Papierstreifen *z* gedrückt. Beim Loslassen der Taste heben die Federn t, t^1 die Schieber s, s^1, und der Papierstreifen, welcher nun zwei aufeinander folgende Löcher enthält, bewegt sich auf die beschriebene Weise vorwärts. Beim Niederdrücken der Taste *B* wird nur ein einziges Loch ausgeschlagen, indem die Stellschraube 2 dieser Taste die Stange *x* niederdrückt. Beim Loslassen der Taste *B* ist das Vorrücken des Papiers minder stark als vorher, weil das Rad *b* grösser ist als das Rad *a*. Beim Schlusse jedes Wortes wird die Taste *C* niedergedrückt, wodurch das Papier, ohne durchlöchert zu werden, vorrückt. Es ist wichtig, dass die Löcherreihe in der Mitte des Papierstreifens liege;

da aber die Breite der Streifen verschieden sein kann, so ist zur Führung derselben folgende Anordnung getroffen. Die Spindel R tritt durch die Schieber T und T^1 mit rechts und links gewundenen Schraubengängen, so dass beim Umdrehen der Spindel beide Schieber gleichzeitig gegen einander bewegt oder von einander entfernt werden. Die Schieber reichen bis zur Basisplatte D hinab und sind so adjustirt, dass sie den Papierstreifen auf beiden Seiten berühren. Eine ähnliche adjustirbare Führung steht mit der Spindel R^1 in Verbindung.

Das Kontrol-Galvanoskop von Siemens & Halske.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 15, S. 69.)

1855 und 1865.

Vorbemerkung. Das erste der beiden im Folgenden beschriebenen Kontrol-Galvanoskope — das sogenannte Tataren-Galvanoskop — wurde 1855 für die Kaiserl. Russischen Telegraphenlinien konstruirt und ermöglichte der Firma Siemens & Halske ihrer Verpflichtung, jede Beschädigung der Leitungen binnen 6 Stunden zu repariren, stets nachzukommen. — Das zweite, im Jahre 1865 für die russisch-amerikanischen Linien ausgeführte Instrument ist eine Modification des älteren und wird deshalb im Anschluss an dasselbe schon an dieser Stelle beschrieben.

Das Kontrol-Galvanoskop besteht im Wesentlichen aus dem Galvanoskop G (Fig. 47) und den drei Drückerknöpfen l_1, l_2 und g, welche auf gemeinschaftlichem Grundbrett von einander isolirt aufgesetzt sind.

An der Führungsstange des Knopfes g, welcher im Ruhestande durch eine Spiralfeder nach unten gedrückt wird, befindet sich ein Metallstück i, gegen welches die Metallhebel f_1 und f_2 durch Spiralfedern angedrückt werden. Die Knöpfe l_1 und l_2 sind metallisch mit einander verbunden und stehen mit der Klemme s, die zur Erde führt, in leitender Verbindung, wenn der Hebel r eingelegt und die Schraube m angezogen ist.

Durch die Klemmen L_1 und L_2 ist der Apparat permanent in die Leitung eingeschaltet und gehen z. B. die von L_1 kommenden Ströme über d_1, e, f_1, i, f_2, e, d_2 nach L_2, ohne dass dadurch der Widerstand der Leitung wesentlich vergrössert wird. Drückt man den Knopf g und durch ihn das Metallstück i nach oben, so kommt i ausser Kontakt mit f_1 und f_2, und diese Hebel legen sich gegen die Stifte h, h. Dann ist das Galvanoskop direkt in die Leitung geschaltet. Wird nun noch Knopf l_1 gedrückt, so kommt der Führungsstift b in Kontakt mit n_2, während er in der Ruhelage des Hebels f_2 denselben bei n_2 nicht

erreichen konnte. L_2 ist dann über d_2, e, n_2, b, p direkt mit Erde verbunden, während ein von L_1 kommender Strom durch das Galvanoskop G auf diesem Wege zur Erde geht. Durch Drücken des Knopfes l_2 wird das Galvanoskop in gleicher Weise in die Leitung 2 geschaltet.

Der Kontrolwärter soll sich mittelst dieses Instruments jederzeit überzeugen können, ob die Leitung in Ordnung ist und ob sie arbeitet

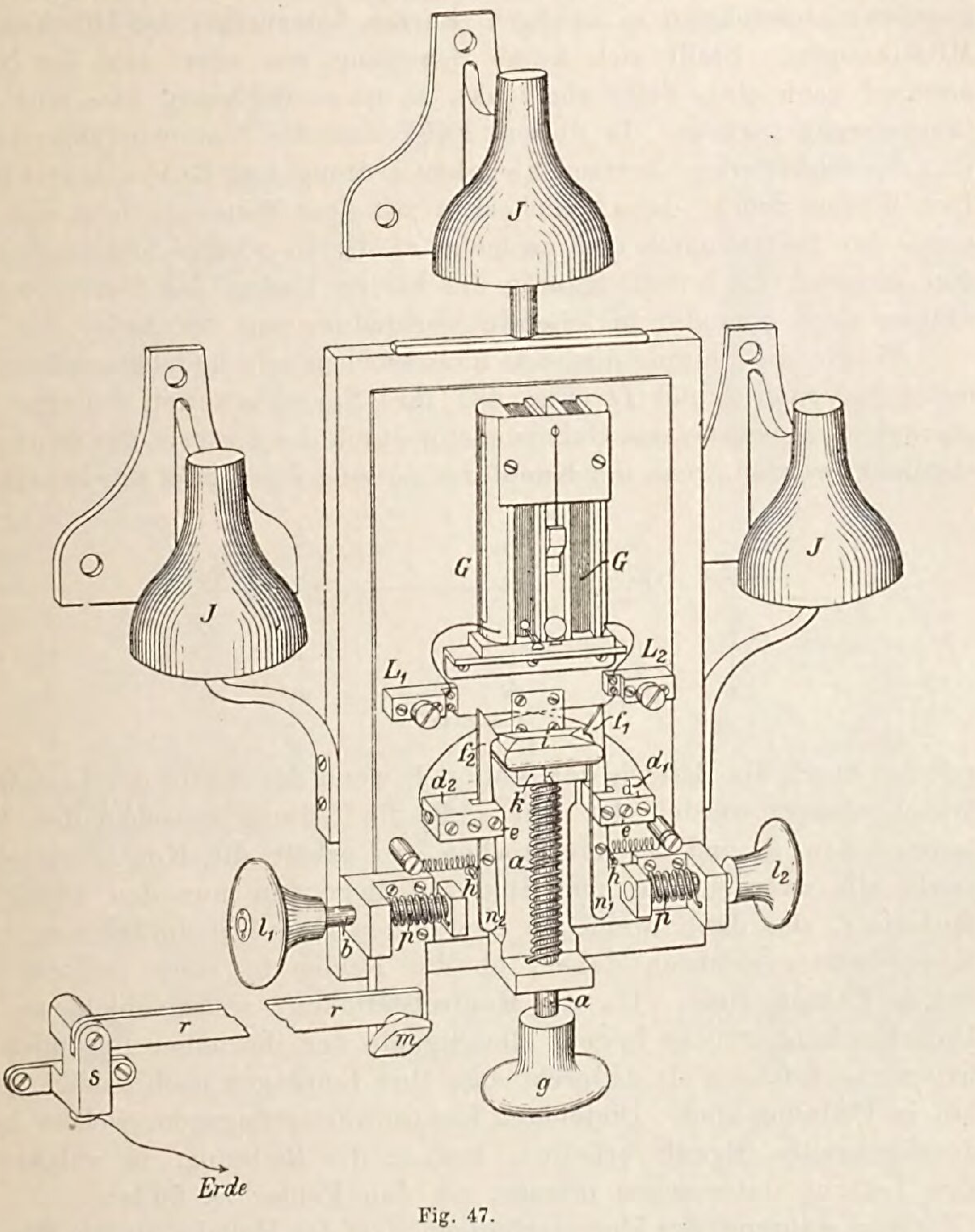


Fig. 47.

oder nicht, und in letzterem Falle, nach welcher Seite hin die Unterbrechung zu suchen ist. In der Regel werden hierzu bestimmte Tageszeiten vorgeschrieben. Will der Wärter sehen, ob die Linie arbeitet, so drückt er den Knopf g. Dadurch schaltet er sein Galvanometer ein, indem er die kurze Schliessung desselben aufhebt. Arbeitet die Linie,

so sieht er die Galvanometernadel in unregelmässigen Schwingungen nach rechts und links ausschlagen. Er lässt dann den Knopf los, ohne einen der beiden Seitenknöpfe zu berühren. Ist die Nadel dagegen in vollständiger Ruhe, so sind zwei Fälle möglich. Entweder wird zufällig gerade nicht gearbeitet, oder die Linie ist unterbrochen. Um zu sehen, welcher Fall vorliegt, wiederholt der Wärter nach der ihm gegebenen Instruktion in häufigen, kurzen Intervallen das Drücken des Mittelknopfes. Stellt sich keine Bewegung ein oder wird die Nadel dauernd nach einer Seite abgelenkt, so ist anzunehmen, dass eine Leitungsstörung vorliegt. In diesem Falle sind die Stationen angewiesen, ihre Sprechbatterien dauernd zwischen Leitung und Erde einzuschalten. Der Wärter drückt dann gleichzeitig mit dem Mittelknopfe *g* erst den einen der Seitenknöpfe und nachdem er diesen wieder losgelassen hat, den andern. Er bringt dadurch die beiden Enden des Galvanometerdrahtes nach einander in leitende Verbindung mit der Erde.

Würde die Leitung nirgends unterbrochen sein und hätten demnach beide Stationen *I* und *II* (Fig. 48) ihre Sprechbatterien dauernd eingeschaltet, so würde das Galvanometer durch die Batterie der Station *II* abgelenkt werden, wenn der Knopf der Leitung *I* gedrückt würde und um-

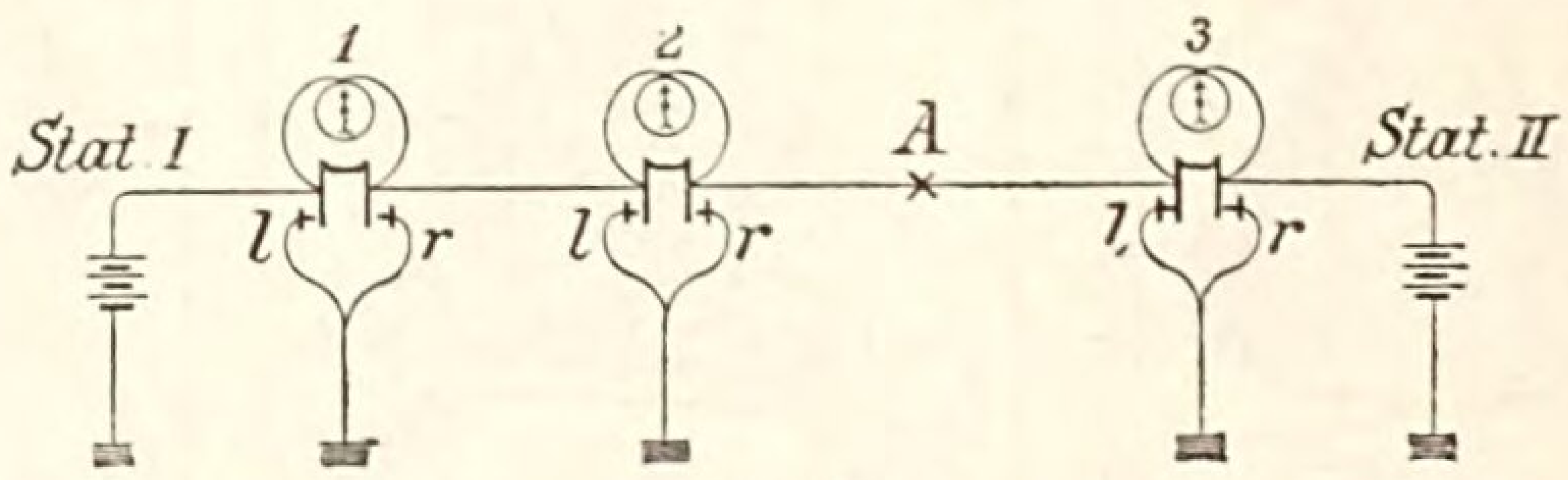


Fig. 48.

gekehrt durch die Batterie der Station *I*, wenn der Knopf der Leitung *II* niedergedrückt würde. Ist aber z. B. die Leitung zwischen den Kontrolstationen *2* und *3* unterbrochen, so erhält die Kontrolstation *2*, sowie alle zwischen ihr und Station *I* liegenden nur den Strom der Batterie *I*, also dann, wenn sie den linken Knopf niederdrücken. Alle Kontrolwärter erfahren daher, ob der Fehler in ihrer rechten oder linken Leitung liegt. Da die Kontrolstationen, welche nicht an der Unterbrechungsstrecke liegen, alle Signale der ihr näher liegenden erhalten, so erfahren sie dadurch, dass ihre Leitungen nach beiden Seiten hin in Ordnung sind. Diejenigen Kontrolwärter dagegen, welche keine durchgehenden Signale erhalten, kennen die Richtung, in welcher sie ihre Leitung untersuchen müssen, um den Fehler zu finden.

Nur während der Untersuchungen darf der Hebel *r* in die Klemmschraube *m* eingelegt werden, die Verbindung muss sonst immer geöffnet sein, damit Ableitungen zur Erde möglichst vermieden werden. Aus demselben Grunde wird der Apparat auch nicht direkt an der Wand befestigt, sondern durch die 3 Isolatoren *J*, *J*, *J* von der Wand isolirt.

Eine andere, neuere Konstruktion des Kontrol-Galvanoskopes, welche im Jahre 1865 für die russisch-amerikanischen Linien ausgeführt worden, zeigen die Fig. 49 und 50 in 3/8 der natürlichen Grösse. — Fig. 49 ist die Vorderansicht nach Fortnahme des Deckels, Fig. 50 ein Vertikalschnitt durch die Nadelaxe des Galvanoskopes; Fig. 51 endlich ist das Schema der Einschaltung. Wie man sieht, sind hier die Kontaktstellen nebst den Knöpfen, wie das Galvanoskop —

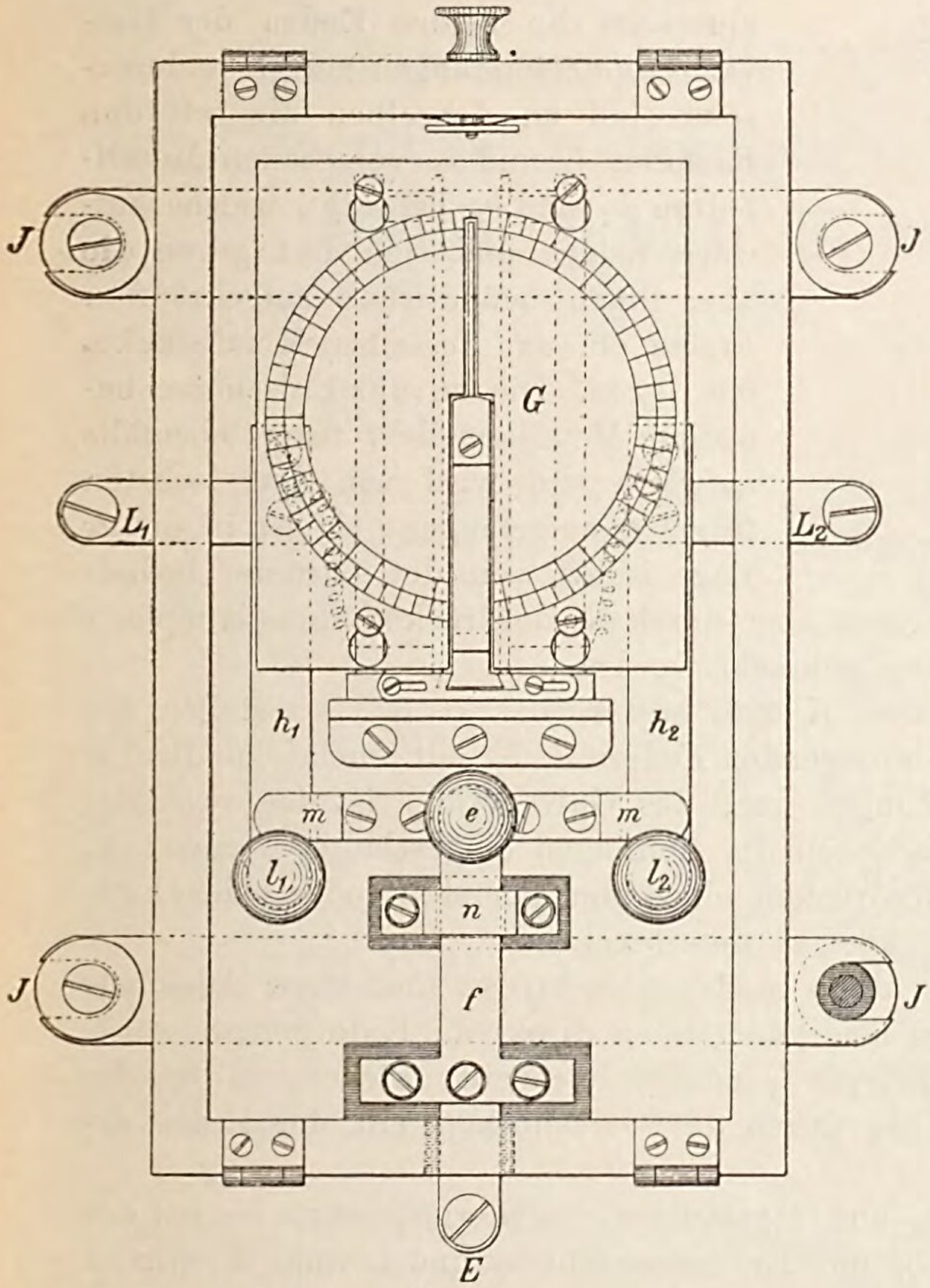


Fig. 49.

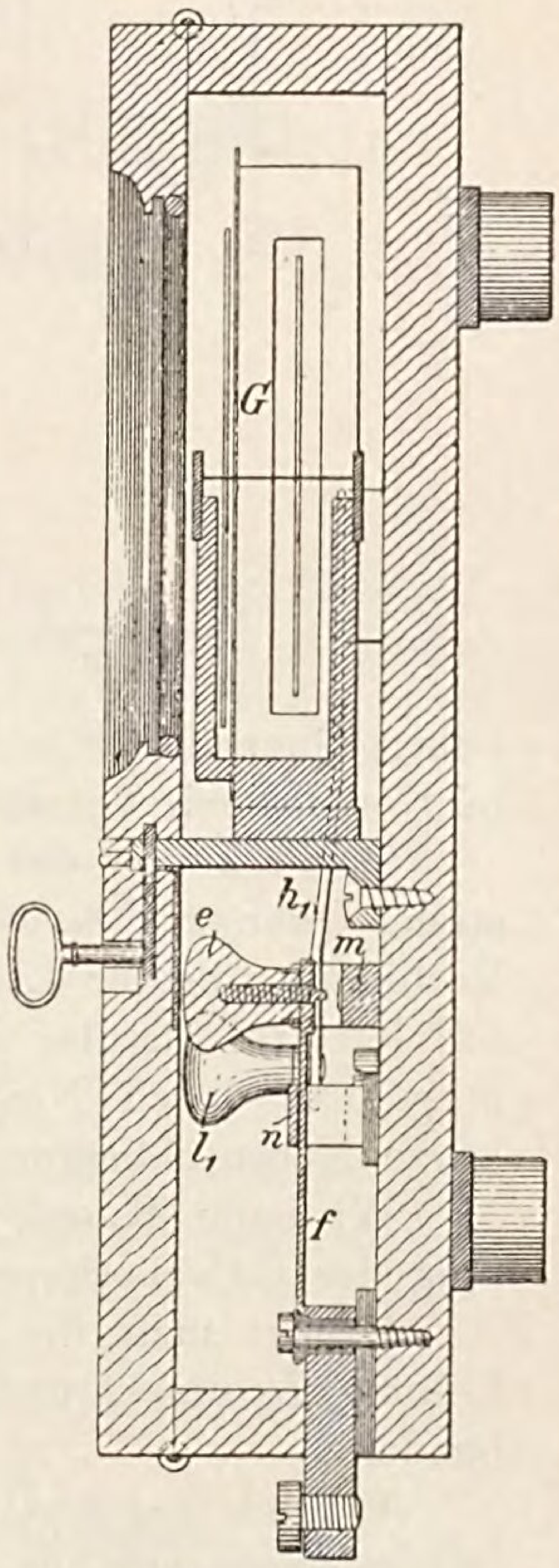


Fig. 50.

welches übrigens ganz dieselbe Konstruktion zeigt wie die Tischgalvanoskope aus der Werkstatt von **Siemens & Halske** — in einem verschliessbaren Kästchen enthalten. Man muss dasselbe erst mit dem passenden Schlüssel öffnen und die untere Hälfte des Deckels herunterklappen, um zu den Knöpfen zu gelangen. Auch die obere, vor dem Theilkreise des Instrumentes mit einer Glasscheibe versehene Hälfte des

Deckels lässt sich nach Oeffnung des Schlosses in die Höhe klappen, wenn eine Adjustirung des Galvanoskopes erforderlich sein sollte.

Das ganze Kästchen ist in vertikaler Stellung durch 4 isolirte Schrauben *J*, *J*, *J*, *J* an der Wand befestigt.

Von den drei aus dem Kästchen hervorragenden Klemmschrauben nehmen L_1 und L_2 die beiden Leitungen, *E* die Erdleitung auf. An die Schienen, welche die Klemmschrauben L_1 und L_2 tragen, sind einerseits die beiden Enden der Galvanoskopumwindungen gelegt, andererseits sind an denselben die mit den Knöpfen l_1 und l_2 versehenen Metallfedern h_1 und h_2 befestigt, welche aufwärts federn und sich fest gegen die über ihnen befindlichen aufgekröpften Enden ein und desselben Metallstückes *mm* legen. Die an der Erdschiene befestigte Metalllamelle *f* federt ebenfalls aufwärts und wird von dem isolirten Bügel *n* aufgefangen; sie ist in dieser Lage isolirt von der darunter befindlichen Querschiene *m*, kann aber durch Niederdrücken ihres Knopfes *e* in Kontakt mit derselben gebracht werden.

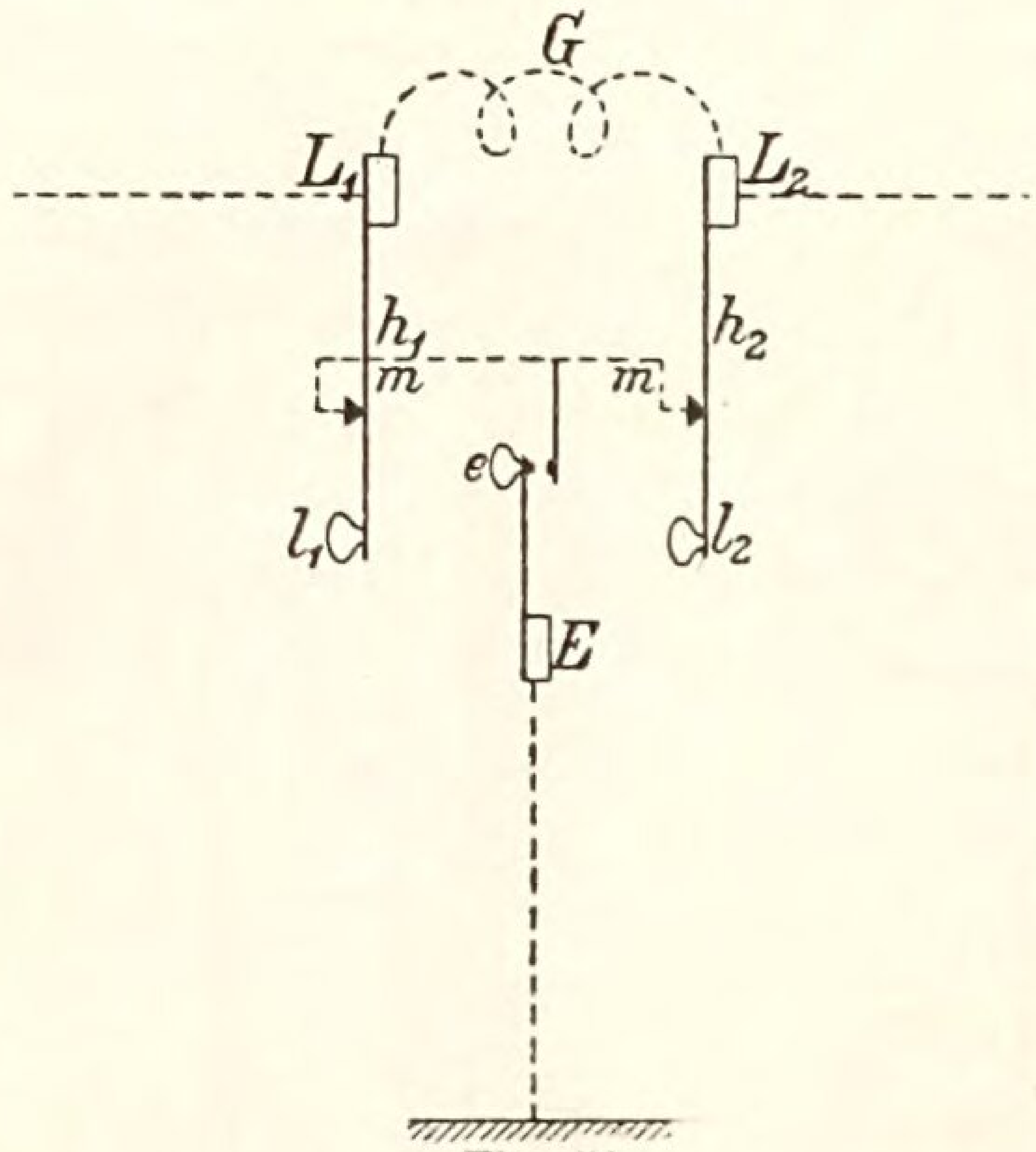


Fig. 51.

Wenn keiner der drei Knöpfe niedergedrückt ist, so stellen die an das Querstück *m*, *m* anliegenden Federn h_1, h_2 mit jenem eine direkte Verbindung beider Leitungen her, das Galvanoskop ist ausgeschaltet; soll letzteres circular zwischen die Leitungen eingeschaltet werden, so muss man durch Niederdrücken eines der Knöpfe *l* (oder beider) die kurze Nebenschliessung über *m* unterbrechen.

Wird der Knopf *e* allein niedergedrückt, so sind unter Ausschaltung des Galvanoskopes beide Leitungen direkt an Erde gelegt.

Drückt man die Knöpfe l_1 und *e* gleichzeitig nieder, so ist die Leitung L_2 direkt und L_1 durch das Galvanoskop mit der Erde verbunden.

Werden dagegen l_2 und *e* gleichzeitig niedergedrückt, so ist das Galvanoskop zwischen L_2 und Erde eingeschaltet und Leitung L_1 direkt an Erde gelegt.

Elektromagnetische Maschinen zur Erzeugung kontinuirlicher Induktionsströme gleicher Richtung.

1853 und 1855.

I. Die Tellermaschine.

Vorbemerkung. Die im Jahre 1853 konstruirte und 1855 auf die Pariser Weltausstellung gesandte Tellermaschine diente — ebenso wie der unter II. beschriebene selbstthätige Stromerzeuger — zur Hervorbringung der zum Telegraphiren auf lange Strecken erforderlichen gleichgerichteten Ströme von hoher Spannung. Nachdem im Jahre 1856 durch Erfindung der polarisirten Elektromagnetsysteme das Telegraphiren mit Wechselströmen ermöglicht war, verloren beide Maschinen ihre Bedeutung für die Telegraphie. — Eine Originalbeschreibung der Tellermaschine aus der Zeit ihrer Entstehung war in den Akten der Firma Siemens & Halske nicht aufzufinden; Halske beschrieb dieselbe ganz kurz in einem Vortrage vor der polytechnischen Gesellschaft (vgl. Verh. vom Jahre 1861, S. 375). Die im folgenden gegebene Beschreibung ist einem Aufsatz des Herrn Prof. E. Zetzsche über Magneto-Induktionsmaschinen (Dinglers polyt. Journal Bd. 216, S. 491) entnommen. In Fig. 52 und 53 ist die im Berliner Postmuseum aufbewahrte Maschine und das Schema ihres Stromlaufs dargestellt.

Kräftigere Ströme von unveränderlicher Richtung und möglichst unveränderlicher Stärke hat man vielfach dadurch hervorzubringen gesucht, dass man zwei oder mehrere gewöhnliche Magneto-Induktionsmaschinen so mit einander verband, dass die Zeiten der grössten Stromstärke der einen Maschine, beziehentlich des einen Magnetes, mit den Zeiten der geringsten Stromstärke der oder des anderen zusammenfielen. Sehr vollständig war dies bei einer Maschine durchgeführt, welche Siemens & Halske in Berlin zur Londoner[1]) Ausstellung 1851

[1]) Vgl. die Vorbemerkung.

geschickt hatten. In dieser Maschine dreht oder wälzt sich eine auf einem Kugelzapfen aufliegende runde eiserne Scheibe (ein Teller) auf diesem Zapfen in jener eigenthümlichen Weise, in welcher sich ein auf seine Kante gestellter und auf dieser in Drehung versetzter Teller kurz vor seinem völligen Umfallen bewegt, auf im Kreise auf-

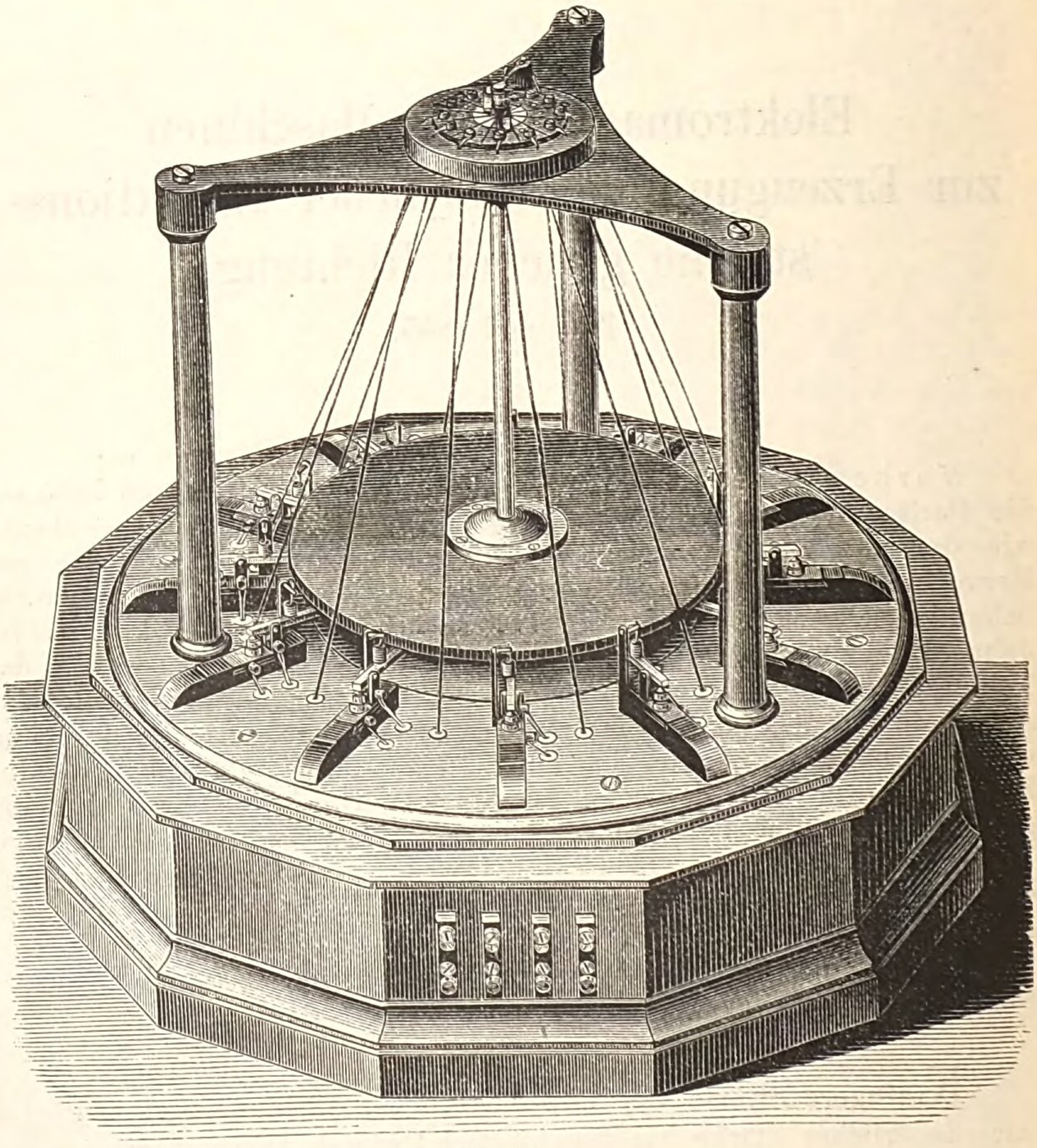


Fig. 52.

gestellten Magnetpolen; die Kreisebene liegt etwas tiefer als der Kugelzapfen, und die Polflächen sind nach einer ziemlich stumpfen Kegelfläche abgeschnitten, wie denn auch die untere Fläche des Tellers den Mantel eines solchen Kegels bildet. Senkrecht zur Oberseite des Tellers, in dessen über dem Kugelzapfen liegender Mitte, steht ein metallener Arm vor, welcher daher bei der Tellerbewegung eine Kegel-

fläche beschreibt, dessen oberes Ende aber in einen auf der Axe eines Kommutators sitzenden Arm hineingreift und so diese Axe in Drehung versetzt. Der so rollende Teller veranlasst in richtiger Aufeinanderfolge die Schliessung oder Oeffnung von Kontakten, mittelst deren der Strom einer galvanischen Batterie immer durch die eine Hälfte der im Kreise stehenden Elektromagnete gesendet wird — und zwar stets durch alle diejenigen Elektromagnete, welche von der jedesmaligen Berührungsstelle des Tellers mit den Elektromagnetpolen aus im Sinne der Bewegung bis zu der augenblicklich höchsten Stelle des Tellers liegen; durch die Elektromagnete wird der Teller selbst magnetisch inducirt, zugleich aber auch durch die von den Elektromagneten auf ihn ausgeübte Anziehung in seiner drehenden und auf den Polen langsam fortschreitenden Bewegung erhalten. Nun hat aber jeder Elektromagnet auch noch eine zweite Umwickelung, und in dieser muss daher bei jedem Auftreten und Verschwinden des Stromes in der ersten Umwickelung ein Induktionsstrom entstehen. Diese zweiten Umwickelungen sämmtlicher Elektromagnete sind zu einem in sich zurücklaufenden Ganzen verbunden, an der Verbindungslinie von je 2 benachbarten Umwickelungen aber ist der Draht in Form einer Schleife nach dem Kommutator geführt. Obwohl die in sämmtlichen vom galvanischen Strome umströmten Elektromagneten auftretenden Induktionsströme vom Entstehen des Magnetismus, die in den nicht durchströmten Elektromagneten auftretenden Induktionsströme aber vom Verschwinden des Magnetismus herrühren und den ersteren entgegengesetzt gerichtet sind, so werden sie doch durch den Kommutator als ununterbrochener Strom von unveränderlicher Richtung den gemeinschaftlichen Abführungsdrähten zugeleitet. Es besitzt diese Schaltung und Kommutation viel Aehnlichkeit mit der gleich zu besprechenden Pacinotti'schen, und bei beiden findet sich die eigenthümliche Theilung des Stromkreises in zwei Zweige. Jene Maschine von Siemens & Halske war dazu bestimmt, mit Hülfe weniger Elemente einen elektrischen Strom von grosser Spannung zu liefern, welcher zum Betriebe langer Telegraphenlinien verwendet werden kann; so

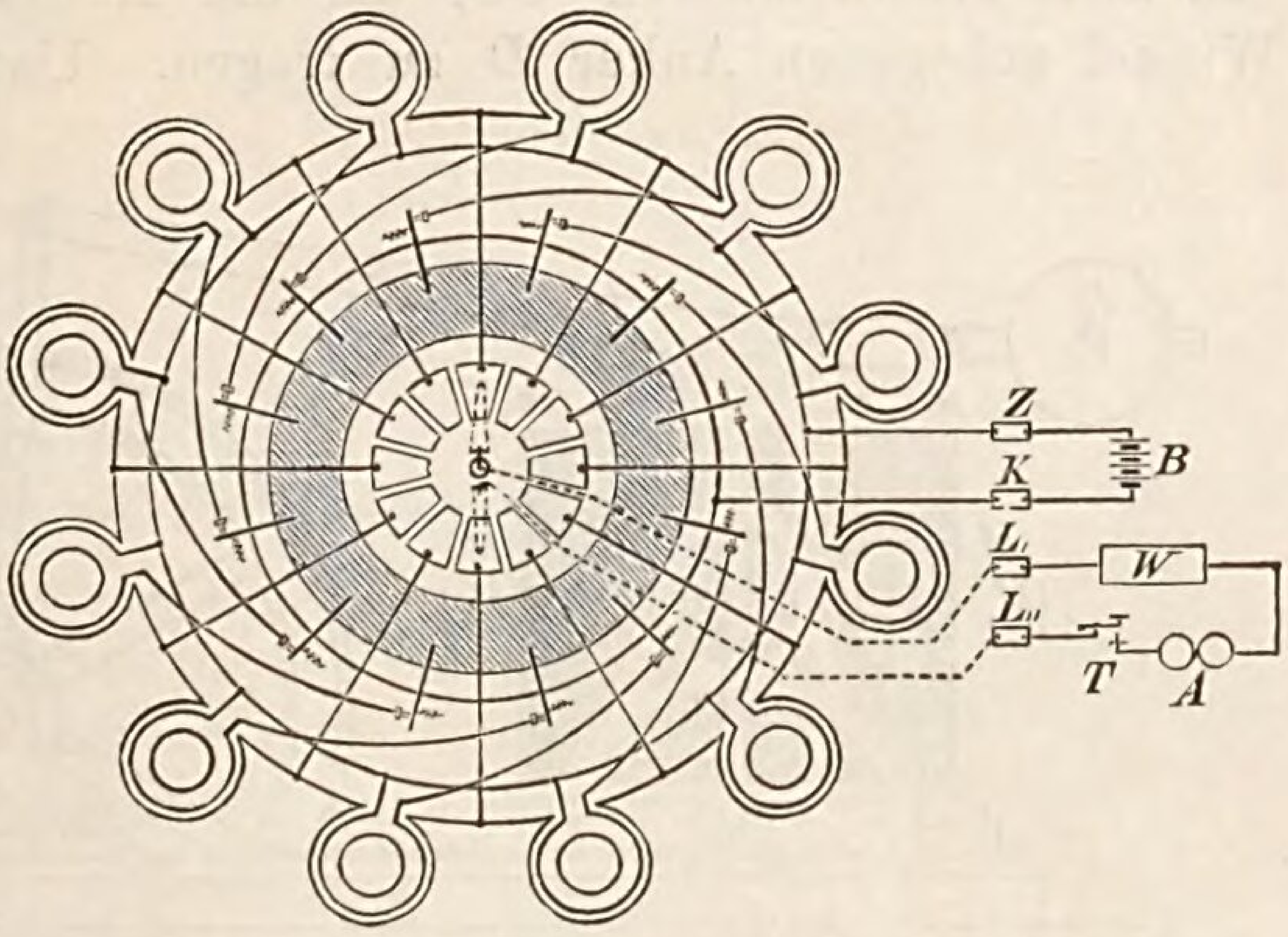


Fig. 53.

wurde mittelst dieser Maschine direkt von Leipzig über München nach Wien telegraphirt.

II. Selbstthätiger Stromerzeuger für gleichgerichtete Wechselströme. — Patentbeschreibung vom 20. Juni 1855.

Der Apparat (Fig. 54) steht auf einer Grundplatte *A* von isolirendem Material; auf derselben befindet sich die Metallplatte *B* mit den zwei Metallständern *CC*, um die Axe *E* mit dem in stumpfem Winkel gebogenen Anker *D* zu tragen. Unter diesem Anker stehen

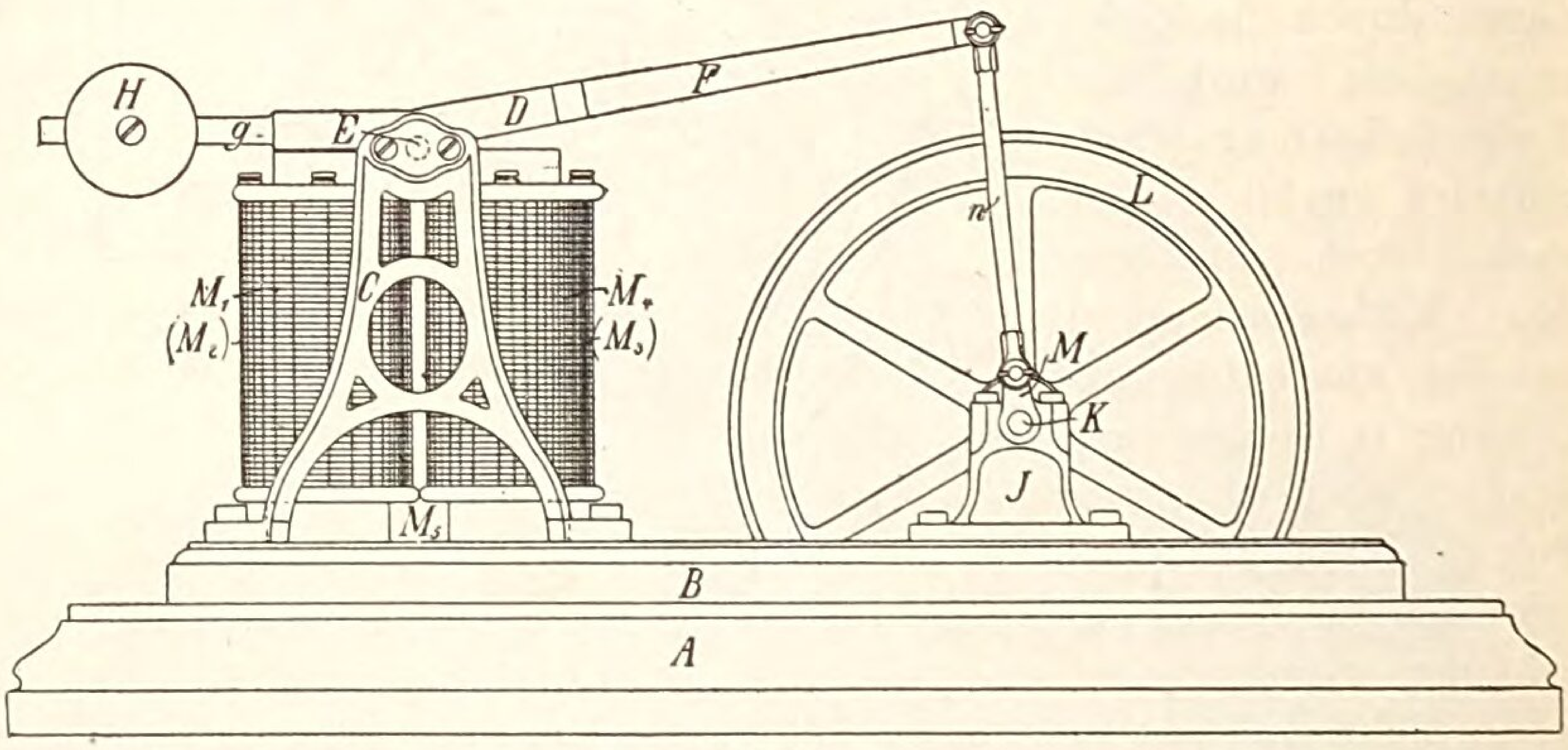


Fig. 54.

vier Elektromagnete $M_{1, 2, 3, 4}$ mit doppelten Windungen auf einem Verbindungsrahmen M_5, welcher auf der Metallplatte *B* befestigt ist.

Der Anker *D* hat nach einer Seite eine Verlängerung *F*, welche in einer Gabel endigt, um die Zugstange *n* aufzunehmen, auf der anderen Seite eine Verlängerung *g*, welche das Gewicht *H* trägt, um den längeren Arm *F* nebst Zugstange *n* zu balanciren. Es befinden sich ferner auf derselben Grundplatte *B* noch zwei Lagerständer *JJ*, welche eine Welle *K* mit dem Schwungrade *L* tragen. Auf der einen Seite tritt die Welle *K* hervor, um den Krummzapfen *M* aufzunehmen, welcher in Verbindung mit der Zugstange *n* steht; auf der anderen Seite tritt die Welle *K* ebenfalls hervor, um die Kommutator-Einrichtung aufzunehmen, welche in Fig. 55 in $^3/_4$ natürlicher Grösse abgebildet ist.

Der Kommutator besteht aus Carneol und hartem Stahl und zerfällt in zwei Theile. Der erste Theil *u*, nicht isolirt auf der Welle befestigt, mit den Federn *S* und *T*, dient zum Wechseln des primären Stromes nach den Hufeisenmagneten M_1 und M_2, sowie nach M_3 und M_4. Der zweite Theil besteht aus den isolirt aufgesetzten

Theilen v und w nebst den Federn $O\ P\ Q\ R$, um dem galvanisch erzeugten Induktionsstrom ohne Unterbrechung gleiche Richtung zu geben.

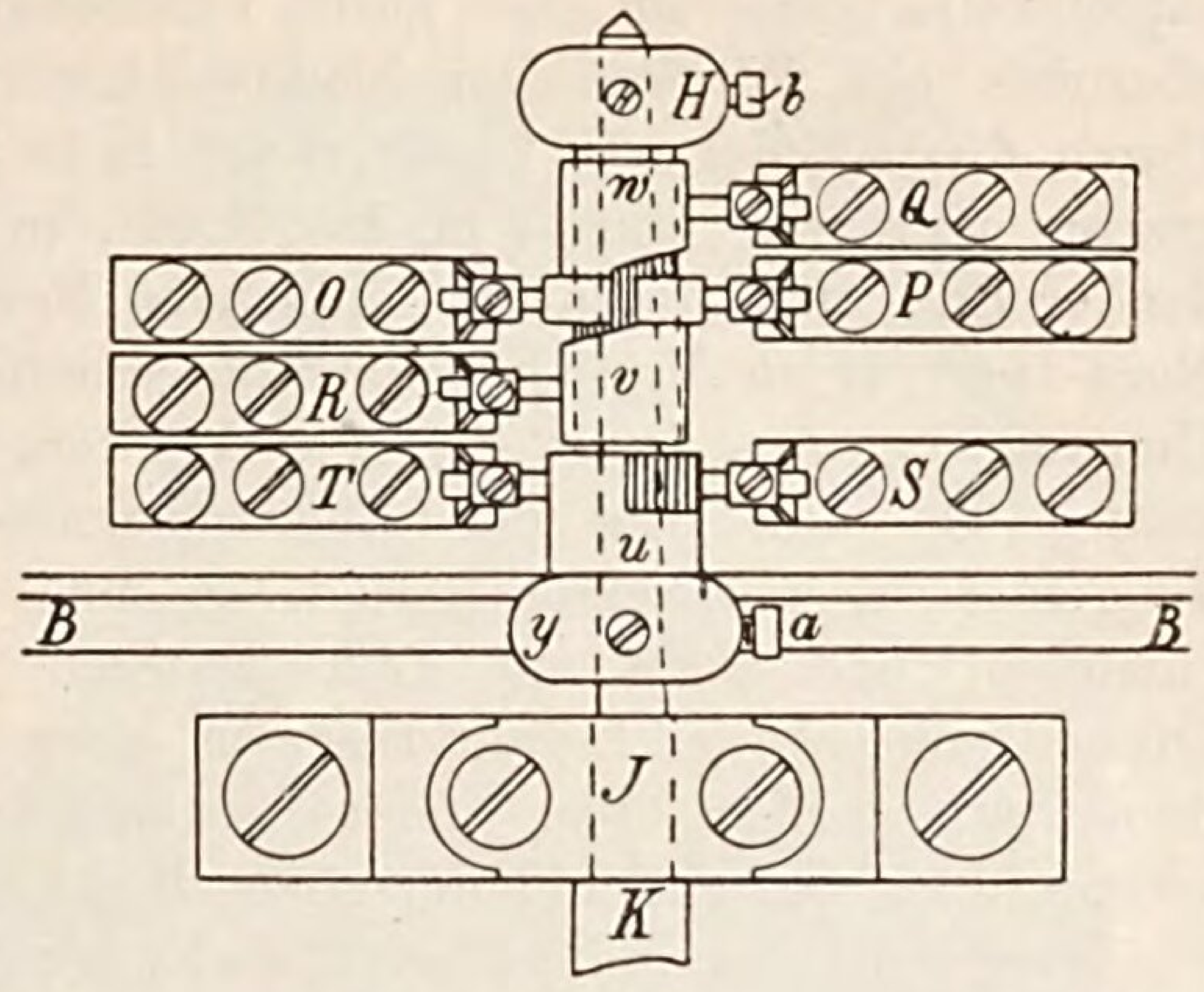


Fig. 55.

Fig. 56 zeigt den Stromlauf. Zwischen die Klemmen K' und K'' wird die aus einem oder wenigen Elementen bestehende Batterie gespannt. K''' ist der Unterbrecher, im Stande der Ruhe von K'' getrennt. S' und S'' sind diejenigen Klemmen, an denen der nutzbare Strom von starker Spannung beim Gange der Maschine frei wird.

Wird die Batterie durch Schliessen des Hebels K''' eingeschaltet, und steht der Anker wagerecht, d. h. gleichweit von allen 4 Polen entfernt, so ist der Stromlauf folgender: Kupfer K', K'', Grundplatte Pl, Axe K, Kommutator u, Feder T, dicke Windungen P_4 und P_3 der Elektromagnete M_4 und M_3, Klemme Z', Zink. M_4 wird Nordpol, M_3 Südpol. Die Abzweigung bei Z', welche durch die dicken Windungen der beiden anderen Elektromagnete M_1 und M_2 führt, ist bei der Feder S geöffnet, da sie hier auf Carneol liegt.

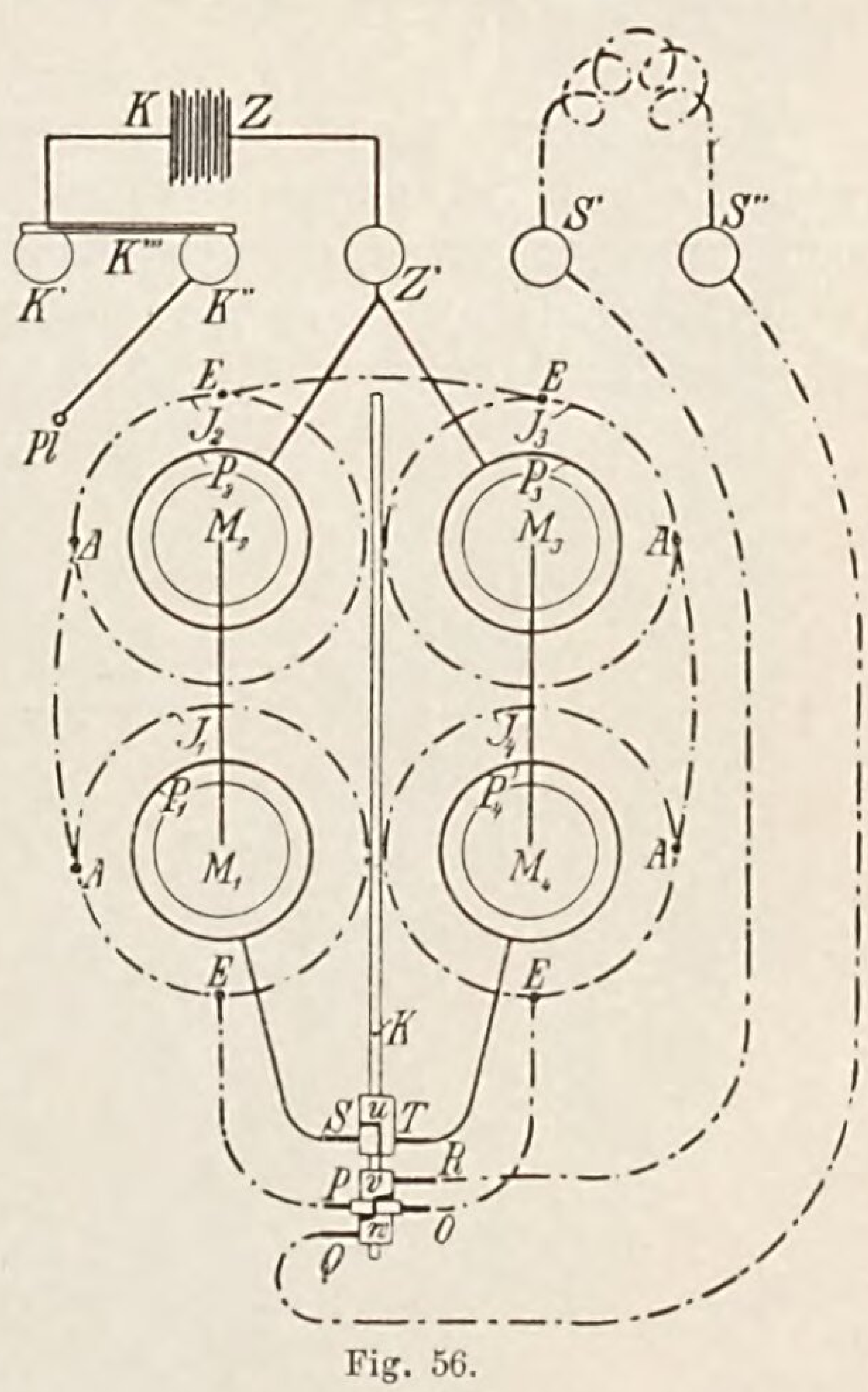


Fig. 56.

Die Schenkel M_4 und M_3 werden so lange magnetisch bleiben und den Anker anziehen, bis der Krummzapfen M die Welle des Schwungrades so gedreht hat, dass der Carneol mit der Feder T in Berührung tritt; in diesem Augenblicke steht aber die Feder S mit dem Metall des Kommutators u, also mit der Welle in Verbindung, und der Kreis für die Magnete M_1 und M_2 ist jetzt geschlossen, welche nun den ganz entfernt stehenden Anker anziehen und die Krumm-

zapfenwelle wiederum eine halbe Umdrehung machen lassen, wodurch abermals ein Wechsel der Elektromagnetwindungen veranlasst wird. Durch dieses Spiel wird abwechselnd in je zwei Schenkeln Magnetismus erzeugt und zwar einmal in M_1 Nord-, in M_2 Süd-, in M_3 verschwindender Süd- und durch M_2 inducirter Nord-, in M_4 verschwindender Nord- und durch M_1 inducirter Südmagnetismus; beim nächsten halben Umgang dagegen findet dieselbe Wirkung in umgekehrter Ordnung statt. Da nun die vier Elektromagneten mit feinen Drahtwindungen J_1, $_2$, $_3$, $_4$ versehen sind, so muss auch in diesen ein Strom entstehen und zwar ein dem ersteren jedesmal entgegengesetzter. Dieser wechselnde Induktionsstrom aber wird durch den Kommutator *vw*, welcher dem einer Saxton'schen Maschine gleich ist, in einen Strom von ein und derselben Richtung verwandelt und dadurch für telegraphische und andere Zwecke nutzbar.

Beim Morse'schen Telegraphen kann man diesen Stromerzeuger ohne Schaden gleich durch die lokale Schreibbatterie von 2—3 Elementen in Betrieb setzen, und giebt dann eine Maschine in der vierfachen Grösse der Fig. 54 einen Strom von 60 bis 90 Elementen, welcher noch auf 100 Meilen unter den ungünstigsten Umständen wirksam ist. Verschiedenheit in der Stromstärke erhält man dadurch, dass man von 1, 2, 3 oder 4 Rollen den Induktionsstrom anwendet.

S c h l u s s b e m e r k u n g. Ausser dem im Vorstehenden beschriebenen „e i n f a c h e n S t r o m e r z e u g e r" baute die Firma Siemens & Halske noch einen aus zwei solchen kombinirten, sogenannten „d o p p e l t e n s e l b s t t h ä t i g e n S t r o m e r z e u g e r". Ein im Berliner Postmuseum aufgestellter Apparat dieser Art ist in Fig. 57 abgebildet.

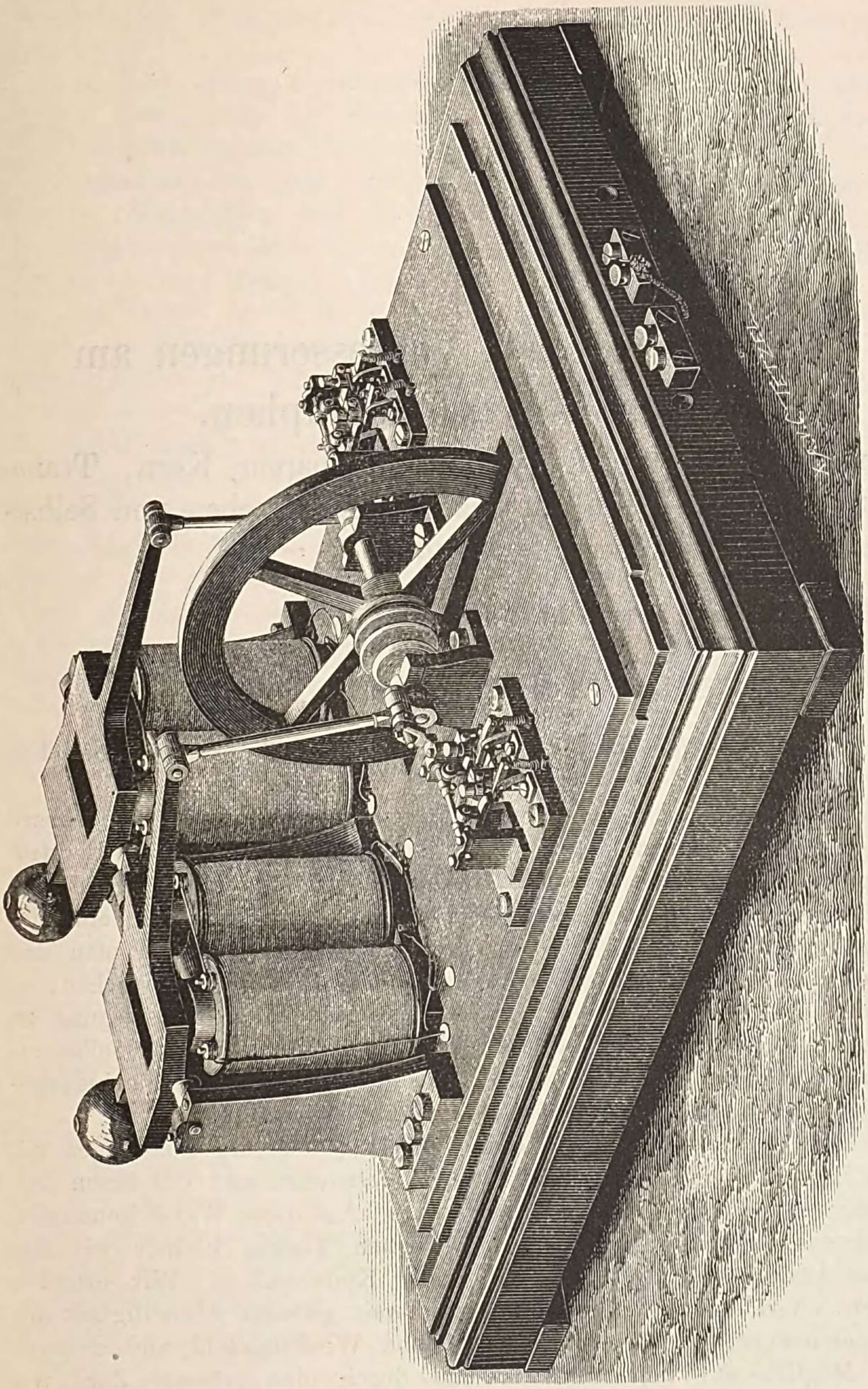


Fig. 57.

Patentgesuch auf Verbesserungen am Morse'schen Telegraphen,

betreffend Elektromagnete mit drehbarem Kern, Translationsfeder, elektromagnetisches Gegensprechen und Selbstauslösung.

20. Januar 1855.

Unsere Verbesserungen am Morse'schen Telegraphen bestehen in Folgendem:

1) Anstatt der Anker der Elektromagnete wenden wir drehbare Magnete an, benutzen mithin nicht die Kraft, mit welcher ein Elektromagnet weiches Eisen anzieht, sondern die Kraft, mit welcher zwei Elektromagnete mit entgegengesetzt magnetisirten Polen, die einander nahe gegenüberstehen, sich gegenseitig anziehen. Würde man den einen dieser Magnete mit seinen Umwindungen beweglich machen, so würde die träge, durch die magnetische Anziehung in Bewegung zu setzende Masse zu gross werden und dadurch die Bewegung selbst erschwert werden. Ausserdem würde die Beweglichkeit der Umwindungsdrähte viele technische Schwierigkeiten mit sich führen.

Wir konstruiren die Magnete daher so, dass die Windungen mit den Hülsen, worauf sie gewickelt sind, feststehen und das Eisen sich in der feststehenden Hülse drehen kann. Auf diese Weise konstruirt, wird das Drehungsmoment des beweglichen Theiles kleiner wie das eines beweglichen Ankers gewöhnlicher Konstruktion. Wir erhalten dadurch ferner und hauptsächlich eine weit grössere Schnelligkeit der Anziehung bei gleicher Stromstärke und Windungszahl und dadurch die Möglichkeit, weit schneller und durch eine grössere Zahl von Uebertragungs-Stationen hindurch und mit schwächeren Batterien zu

arbeiten, wie mit Apparaten, welche mit gewöhnlichen Magneten versehen sind[1]).

2) Eine zweite Verbesserung der Morse'schen Apparate besteht in der Beseitigung der Verlangsamung der Wirkung der Apparate durch zwischenliegende Weitertragungs- (Translations-) Stationen. Diese Verlangsamung hat ihren Grund darin, dass die Dauer des Kontaktes des Schreibmagneten stets kleiner ist, wie die Dauer des in den Windungen dieses Magneten cirkulirenden Stromes, d. i. des Kontaktes der Uebertrager (Relais). Durch jede Weitertragungsstation wird daher die Dauer der Wirkung der Batterie um die Zeitdauer des Anzuges des Schreibmagneten verkürzt. Die Folge ist, dass bei einer grossen Anzahl von Weitertragungs-Stationen sehr langsam und namentlich mit sehr lang gezogenen Punkten gearbeitet werden muss, wenn die Schrift noch leserlich ankommen soll.

Diesen Uebelstand, der bei der grossen Ausdehnung des zusammenhängenden Telegraphennetzes schon sehr störend ist, beseitigen wir sehr einfach dadurch, dass wir, wie in Figur 58 dargestellt ist, den Kontakt *i* des Schreibhebels federnd machen. In Folge dessen beginnt der Strom in der jenseits der Weitertragungs - Station liegenden Leitung schon etwas vor der Vollendung des Anzuges des Schreibmagneten und dauert um eben soviel länger an, nachdem die Rückbewegung des Schreibhebels begonnen hat. Der Zeitverlust, der durch die Bewegungsdauer dieses Hebels bewirkt ist, lässt sich daher vollständig ausgleichen und jede Verlangsamung der Wirkung durch Weitertragungs-Stationen in beliebiger Zahl hört auf. Da ferner der Kontakt des Schreibhebels schon eingetreten ist, wenn der Stift des Schreibhebels das Papier berührt, so ist es für die Weitertragung ganz gleichgültig, ob ein mehr oder weniger grosser Zeitverlust durch die Eindrückung des Papierstreifens entsteht. Das Mitlesen der durchgehenden Depeschen auf den Weitertragungsstationen verursacht daher bei unserer Einrichtung keine Störung, wie bisher der Fall war.

3) Eine dritte Verbesserung der Morse'schen Telegraphen besteht in einer Stromleitung, durch welche es möglich ist, ohne Veränderung der Konstruktion der Apparate Depeschen gleichzeitig von beiden Enden durch einen Draht zu geben. Der Strom der eigenen Batterie theilt sich beim Sprechen in zwei Zweige, von denen jeder einen Draht des doppelt umwickelten Uebertragers derart durchläuft, dass diese Ströme gleich und entgegengesetzt gerichtet sind, ihre magnetisirende Wirkung sich daher vollständig aufhebt. Der den einen Draht durchlaufende Zweigstrom geht durch den Leitungsdraht zu dem an diesen angeschlossenen Uebertrager und bewirkt dort die Schrift

[1]) Die hier folgende Beschreibung eines Uebertragers mit drehbaren Magneten ist fortgelassen, da sie sich mit der auf Seite 87 ff. enthaltenen deckt.

auf gewöhnliche Weise. Der andere Zweig kehrt durch einen aus dünnem, umsponnenen Neusilberdraht gebildeten Widerstand hindurch zur Batterie zurück. Wird gleichzeitig von der anderen Station her gesprochen, so wird durch die dortige Batterie das Gleichgewicht im eigenen Uebertrager gestört und die Uebertrager-Magnete werden daher mit der Differenz der Stromstärken magnetisirt. Diese Einrichtung unterscheidet sich von der des Dr. Gintl dadurch, dass nur eine Batterie und ein einfacher Schlüssel (Taster) erforderlich ist, dass mithin die nöthige Einstellung des Widerstandes sehr einfach und unveränderlich ist, dass die Konstruktion des Morse'schen Apparates unverändert bleibt und dass der ankommende Strom auch dann noch ungehindert passirt, wenn der eigene Schlüssel schwebend zwischen beiden Kontakten ist.

4) Tritt als wesentliche Verbesserung des Morse'schen Apparates unsere selbstthätige Auslösung und Arretirung auf. Dieselbe hat den Zweck, das Laufwerk auszulösen, sobald eine Depesche gegeben wird,

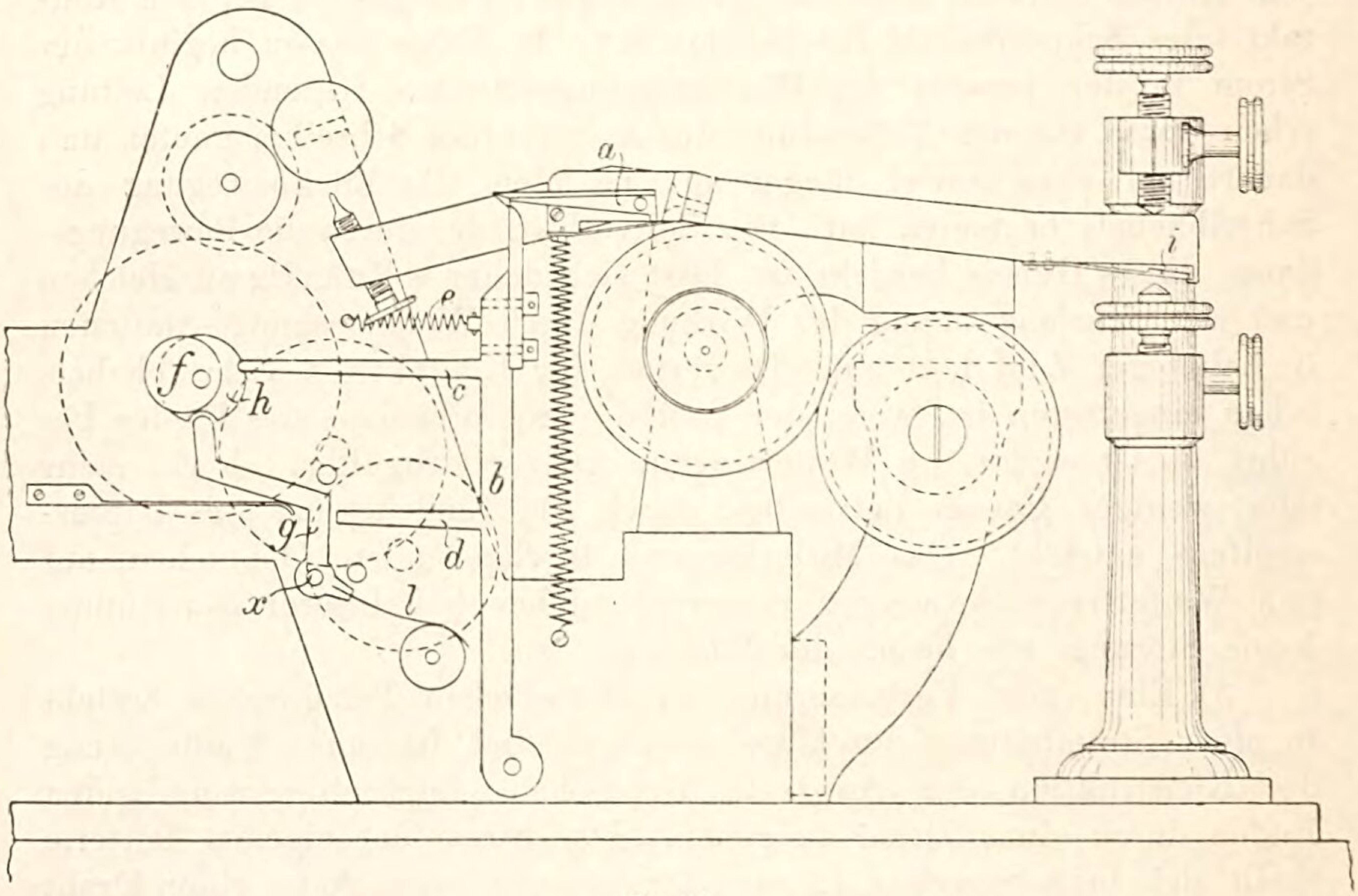


Fig. 58.

und umgekehrt, dasselbe nach Beendigung der Depesche wieder selbstthätig in Ruhe zu bringen. Wird eine Depesche gegeben, so hebt der erste Anzug des Schreibhebels das Stahlhäkchen *a* aus, der Hebel *b* mit den beiden Ansätzen *c* und *d* folgt der Wirkung der Spiralfeder *e*, bis der Arm *c* an die excentrische Scheibe *f*, welche auf der zweiten Welle sitzt, gedrückt wird. Gleichzeitig drückt dieser Hebel mit dem

Arme *d* gegen einen zweiten Winkelhaken *g*, der in *x* seinen Drehpunkt hat und mit seinem unteren Ende die auf die Windfangwelle drückende Feder *l* hebt und das Werk dadurch auslöst. Hierdurch wird auch das andere Ende des Hebels *g* aus der Vertiefung der centrischen Scheibe *h*, welche gleichfalls auf der zweiten Welle sitzt, gehoben. Wird der Hebel *b* beim Fortgange des Werkes durch die excentrische Scheibe *f* mittelst des Ansatzes *c* wieder gehoben, so schleift während dieser Zeit der Hebel *g* auf der Peripherie der centrischen Scheibe *h*, und die Feder *l* kann in Folge dessen die auf der Windfangwelle sitzende Arretirungsscheibe nicht berühren. Dies geschieht erst dann, wenn der Haken *a* während eines Umganges der zweiten Welle nicht gehoben, der Hebel *b* daher nach Rückgang des Excentricums festgehalten und darauf der Einschnitt in der Scheibe *h* soweit vorgerückt ist, dass das Ende des Hebels *g* hineinfallen kann.

Bei dieser Einrichtung können nach dem letzten gegebenen Zeichen höchstens noch 4 $^1/_2$ Zoll Morsepapier unbeschrieben durchlaufen. Wesentlich ist diese Einrichtung beim gleichzeitigen Sprechen von beiden Seiten, da der eine Depesche gebende Beamte nach richtiger Einstellung seines Uebertragers keine weitere Rücksicht auf die ankommende Depesche, oder die gleichzeitige Kollationirung der selbst gegebenen zu machen nöthig hat, bevor seine Arbeit vollendet ist.

Als unsere Erfindung beanspruchen wir:

1) die Anwendung eines in seinen feststehenden Windungen drehbaren Elektromagneten anstatt eines Ankers aus weichem Eisen bei elektrischen Telegraphen.

2) Die Anbringung eines federnden Kontaktes am Schreibhebel des Morse'schen Telegraphen, um dadurch die Dauer der durch diesen Kontakt weiter gesandten Strömungen zu vergrössern.

3) Die beschriebene Methode zur Erzielung des gleichzeitigen Sprechens von beiden Enden einer Leitung den Strom derselben Batterie in zwei gleiche Zweige zu theilen, deren magnetisirende Wirkung sich im eigenen Uebertrager vollständig aufhebe.

4) Den Mechanismus, welcher die vollständige Auslösung des Laufwerkes des Schreibmagneten durch den ersten empfangenen Punkt und die gänzliche Arretirung nach Beendigung der Depesche selbstthätig bewirkt.

Patentgesuch auf einen neuen magneto-elektrischen Zeigertelegraphen. — Erste Anwendung des Doppel-T-Ankers (Siemens armature).

6. Juni 1856.

Die Polenden eines in seiner Hülle drehbaren Elektromagneten *A* (Fig. 59) befinden sich zwischen den entgegengesetzten Polen zweier Stahlmagnete *B*, *B'*. Die auf einem Schlitten *C*, *C'* angebrachten Mag-

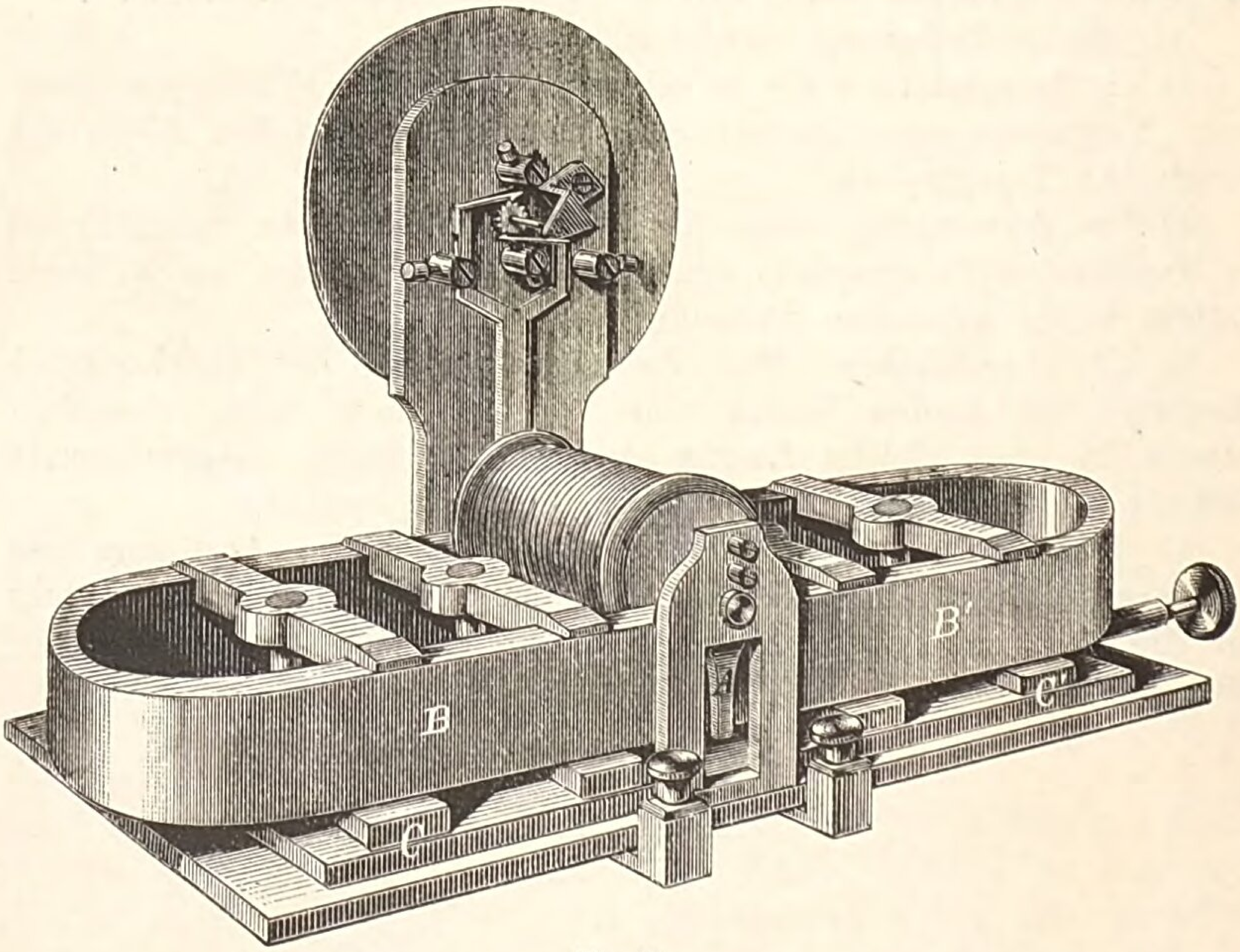


Fig. 59.

nete werden so eingestellt, dass beide eine gleich starke Anziehung auf den als Anker dienenden Elektromagneten ausüben. Am drehbaren

Magnete ist ein Arm *D* befestigt, welcher in zwei Arme *d*, d^1 (Fig. 60) mit den Hakenfedern *e*, e^1 ausläuft. Diese Haken *e*, e^1 greifen in die Zähne eines kleinen Rades *f*, welches durch jede hin und her gehende Bewegung des Hebels *D* um einen Zahn gedreht wird. Die Haken haben über den Eingriff hinaus einen vom Rade weg gebogenen Ansatz, gegen welchen eine Schraube *g*, g^1 stösst, wenn die Bewegung des Armes durch Anschlag an die Stellschrauben *h*, h^1 ihr Ende erreicht. Hierdurch wird das Fortschleudern des Rades nach Vollendung der vorgeschriebenen Drehung verhindert, wie aus der Specialzeichnung des Radeingriffs (Fig. 60) ersichtlich ist. Die Axe des Rades *f* trägt den Zeiger. Wenn nun die Leitung und die Windungen des Magneten von einem Strome durchlaufen werden, so werden die Pole des Elektromagneten von dem einen Stahlmagneten angezogen und von dem andern abgestossen, und dadurch wird das Rad *f* um einen Zahn gedreht.

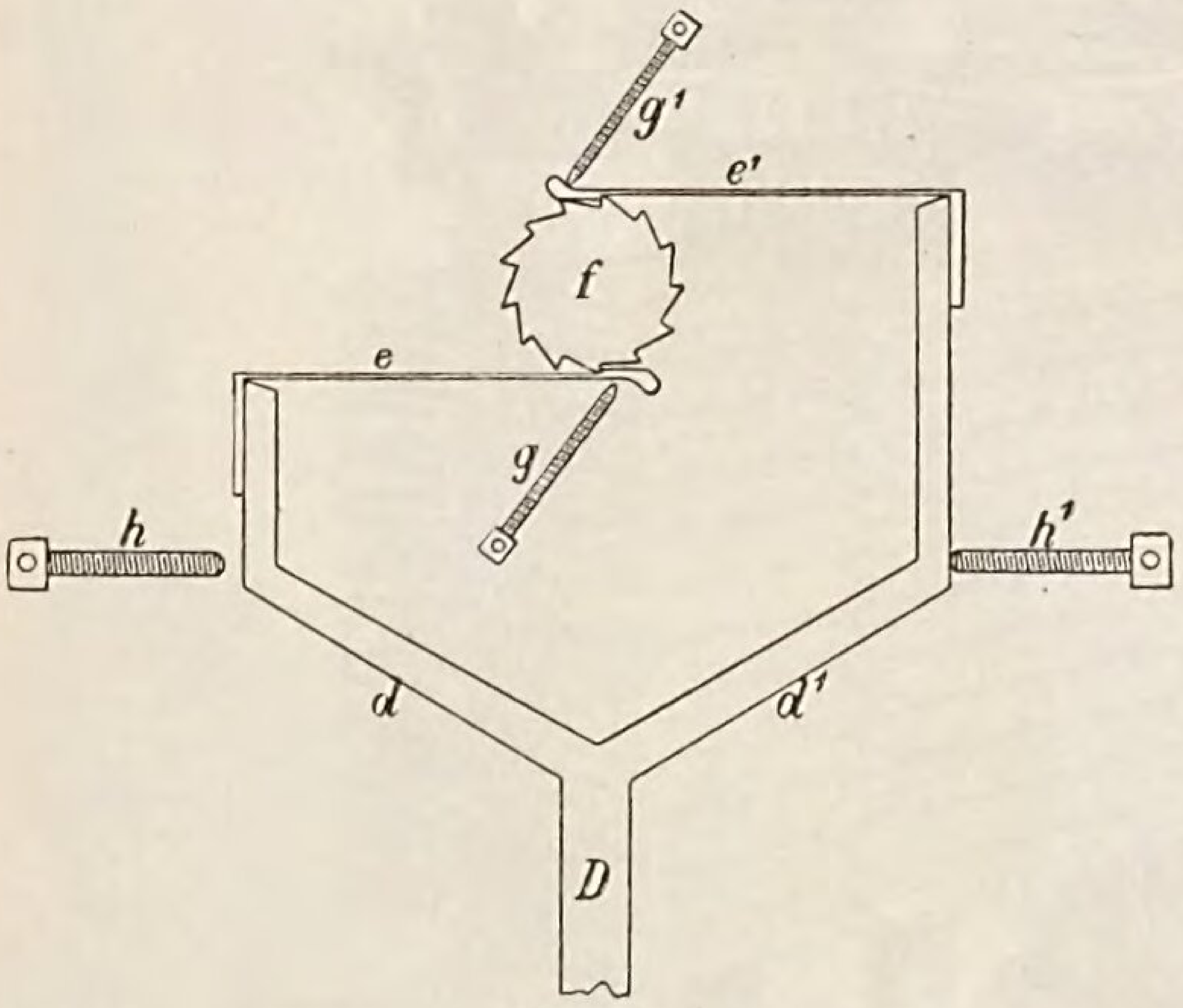


Fig. 60.

Folgt darauf ein gleich starker Strom von entgegengesetzter Richtung, so kehrt sich Anzug und Abstossung der Magnete um, es folgt eine zweite Fortbewegung des Zeigers und so weiter.

Die zur Fortbewegung des Zeigers nothwendigen gleich und entgegengesetzt gerichteten Ströme werden durch einen Magnetinduktor erzeugt, welcher in Fig. 61—63 besonders dargestellt ist, und dessen Konstruktion wesentlich von bisher bekannten Konstruktionen abweicht. Ein Fig. 62 im Querschnitt und Fig. 63 im Aufriss sichtbarer Eisencylinder *E* ist in der im Durchschnitt angegebenen Weise der Länge nach mit zwei einander gegenüber stehenden, $^7/_{16}$ des Durchmessers tiefen und etwa $^2/_3$ desselben breiten Einschnitten versehen, wodurch er ungefähr die Form eines Galvanometerrahmens erhält. Diese der Länge nach um den so gebildeten Eisenrahmen herumlaufende Nuth ist mit übersponnenem Kupferdraht derartig umwunden, dass die cylin-

drische Form der Eisenstange durch die Windungen wieder ausgefüllt wird. Auf den Enden des so bewickelten Eisencylinders werden zwei ausgedrehte Büchsen mit den Achsen befestigt, welche die Lagerzapfen des Cylinders bilden. Derselbe dreht sich zwischen den Polen mehrerer, mit geringem Zwischenraume aufeinander gelegter kleiner Stahlmagnete. Diese Magnete bestehen aus magnetisirten Stahlstäben, welche da, wo sie dem Cylinder *E* gegenüber stehen, einen kreissegmentförmigen Ausschnitt haben, welcher von dem Cylinder mit geringem Zwischen-

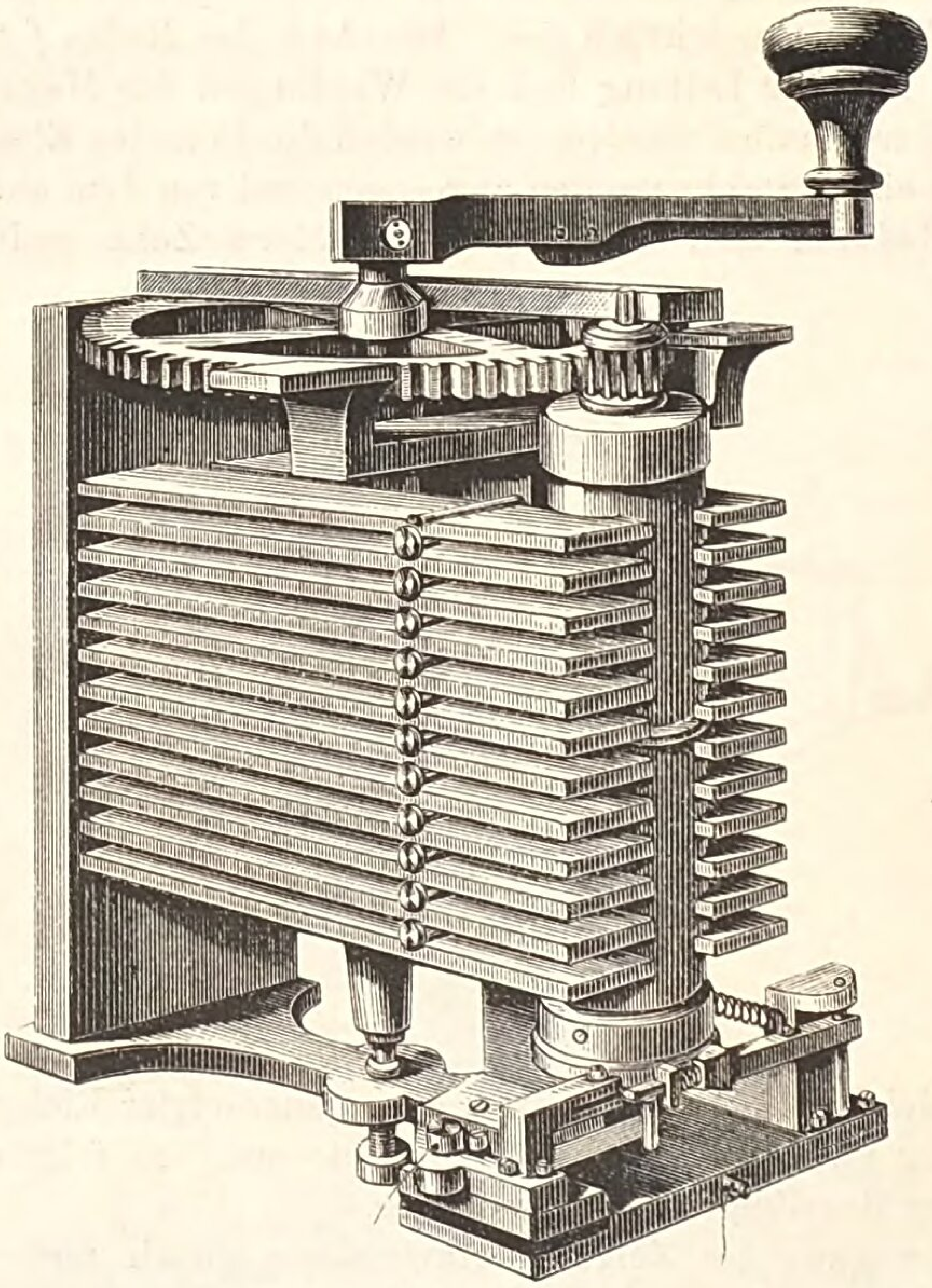


Fig. 61.

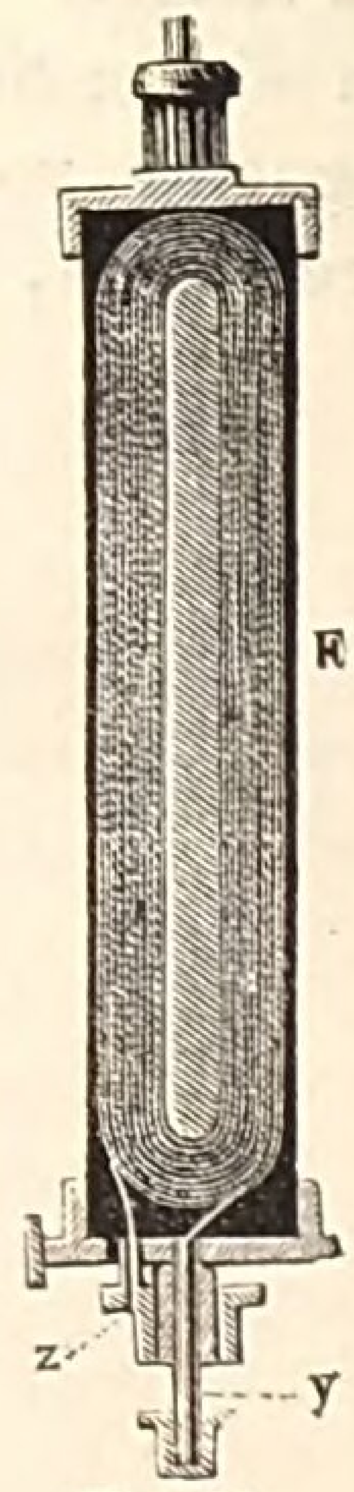


Fig. 62.



Fig. 63.

raume ausgefüllt wird. Die hinteren Enden der Magnetstäbe sind durch weiches Eisen hufeisenförmig verbunden. Der Cylinder *E* dient mithin sämmtlichen Magneten als gemeinschaftlicher Schliessungsanker. Wird derselbe nun gedreht, so kehrt sich bei jeder halben Umdrehung der Magnetismus im inneren flachen Eisenkerne der Spirale um, und es entsteht jedes Mal ein der Grösse des durch ihn gebundenen Magnetismus proportionaler Strom in den zu einem leitenden Kreise geschlossenen Windungen. Die auf einander folgenden Ströme haben wechselnde Richtung und genau gleichen magnetischen Werth.

Die Drehung des Cylinders E wird durch ein Triebrad bewirkt, an dessen Axe sich die Kurbel H (Fig. 64) befindet, welche sich auf dem mit den Buchstaben und Ziffern des Telegraphen beschriebenen Zifferblatte J dreht [1]). Die Handhabe der Kurbel H kann durch einen leichten Handdruck

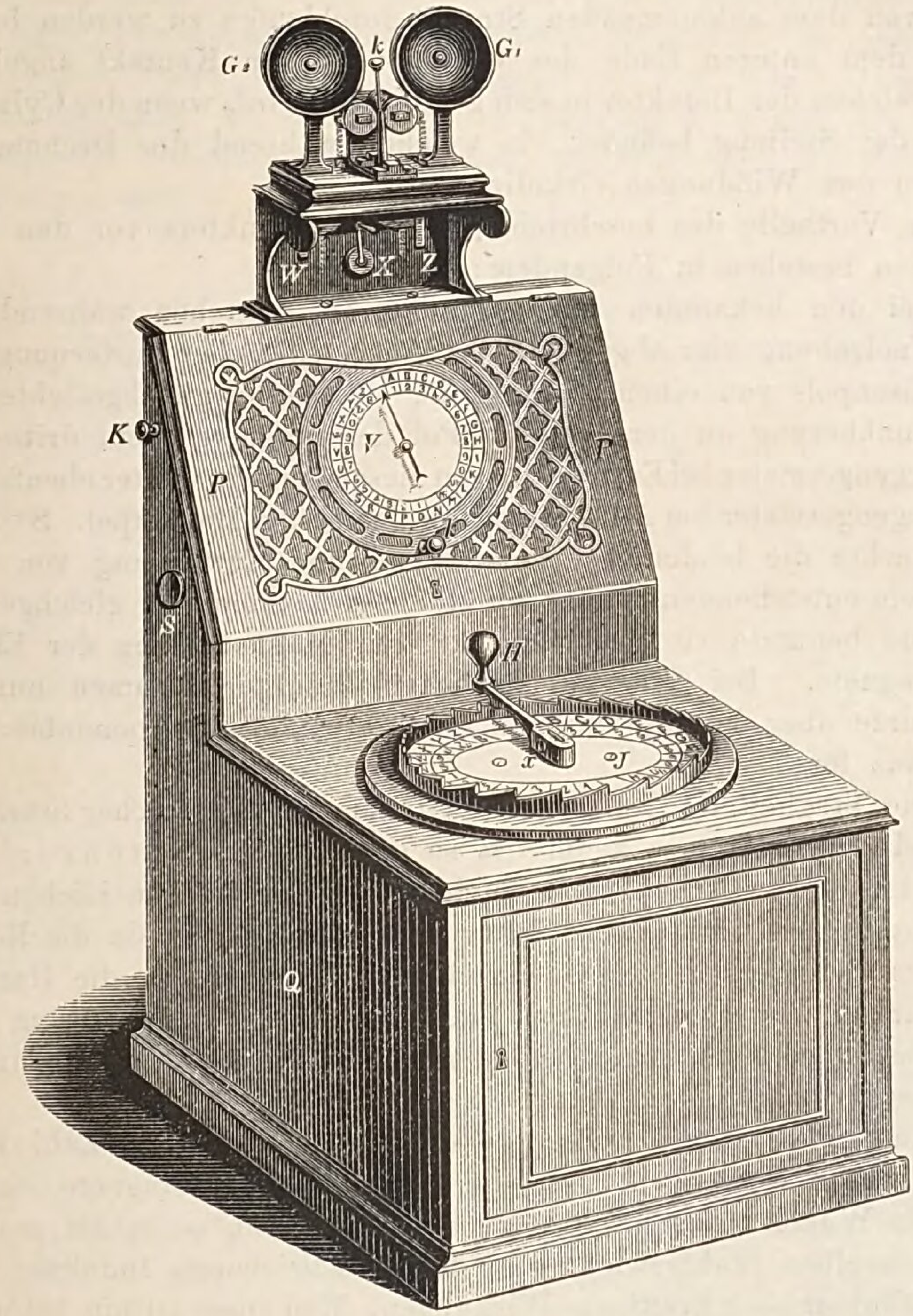


Fig. 64.

niedergedrückt werden. An ihrer unteren Fläche ist eine federnde Nase befestigt, welche dann in den nächsten der Einschnitte, welche am Rande des Zifferblatts angebracht sind, einfällt und den Cylinder E arretirt. Die Enden des Umwindungsdrahtes kommuniciren mit dem

[1]) Fig. 64 zeigt die Gestalt des Zeigers, welche derselbe im Jahre 1857 erhielt; vgl. Verhandlungen des Vereins für Eisenbahnkunde vom 10. März 1857.

einen Ende des Umwindungsdrahtes des zugehörigen Telegraphen (dessen anderes Ende mit der Leitung verbunden ist) und mit der Erde. Die so eingeschalteten Telegraphen beider Stationen werden mithin bei jeder halben Umdrehung des Cylinders *E* um einen Zahn vorrücken. — Damit der Umwindungsdraht des Induktors nicht unnöthig von dem ankommenden Strome durchlaufen zu werden braucht, ist an dem unteren Ende des Cylinders *E* ein Kontakt angebracht, durch welchen der Induktor in sich geschlossen wird, wenn der Cylinder *E* sich in der Stellung befindet, in welcher während der Drehung kein Strom in den Windungen cirkulirt.

Die Vortheile des beschriebenen Magnetinduktors vor den bisher bekannten bestehen in Folgendem:

1. Bei den bekannten Magnetinduktoren entstehen während einer Umdrehung vier abgesonderte Ströme, einer bei Entfernung eines Eisenpols von einem Magnetpole, ein zweiter gleichgerichteter bei Annäherung an den anderen Pol des Magneten, ein dritter entgegengesetzter bei Entfernung von diesem und ein vierter ebenfalls entgegengesetzter bei Annäherung an den ersten Magnetpol. Stöhrer machte die beiden bei Annäherung und Entfernung von einem Pole entstehenden Ströme durch einen Kommutator gleichgerichtet und benutzte sie auf diese Art zur Magnetisirung der Elektromagnete. Bei dem beschriebenen Induktor kommen nur zwei kurze aber kräftige Strömungen vor und der Kommutator fällt ganz fort.
2. Die Trägheit des rotirenden Cylinders ist bei gleicher Stärke des inducirten Stromes kaum $^1/_{25}$ so gross, wie bei Stöhrer'schen, Sinsteden'schen und anderen bisher gebräuchlichen Konstruktionen. Man kann daher ohne alle Beschwerde die Rotation des Cylinders in der beschriebenen Weise durch die Hand bewirken, oder wenn man ein Laufwerk und Arretirung durch Tasten vorzieht, ohne besondere Beihülfe die Rotation durch das Laufwerk allein in Gang setzen.
3. Man kann anstatt zweier grosser eine unbegrenzte Zahl kleiner Magnete verwenden. Da die Tragkräfte der Magnete sich wie die Wurzeln aus ihren Gewichten verhalten, so erhält man von demselben Stahlgewichte bei dem beschriebenen Induktor unverhältnissmässig kräftigere Wirkungen. Man spart mithin bei unserer Konstruktion nicht allein wesentlich am Stahlgewichte, sondern kann durch sie die Stärke der elektromagnetischen Ströme unbegrenzt und ohne unverhältnissmässig grösseren Kostenaufwand vergrössern, was bei den älteren Konstruktionen nicht der Fall ist.

Als neu und unsere Erfindung erachten wir:

1. Die beschriebene Konstruktion eines Magnetinduktors, namentlich die Anwendung eines transversal umwundenen, um seine Längs-

achse drehbaren Eisenkerns, welcher zwischen den Schenkeln mehrerer über einander liegender Stahlmagnete rotirt.

2. Das speciell beschriebene Ankerechappement zur Drehung des Zeigerrades.
3. Die Placirung der Pole unseres in seinen feststehenden Windungen beweglichen Elektromagneten zwischen den entgegengesetzten Polen zweier Stahlmagnete in der Weise, dass der Elektromagnet in seinen beiden Ruhelagen durch die überwiegende Wirkung des einen oder anderen Stahlmagneten festgehalten wird.

Patentgesuch auf ein Verfahren, mit Morse'schen Schreibtelegraphen mittelst inducirter Ströme wechselnder Richtung zu telegraphiren.

6. Juni 1856.

Wir verwenden zu unserem Verfahren Uebertrager (Relais), welche derartig konstruirt sind, dass der Kontakt ohne Hülfe eines durch die Leitung gehenden Stromes dauernd hergestellt oder unterbrochen bleibt, wenn die eine oder die andere Lage mechanisch herbeigeführt ist.

Wir bewirken dieses

1) dadurch, dass wir die Pole eines Elektromagneten so zwischen die Pole zweier permanent magnetisirter Stahl- oder Elektromagnete placiren, dass der drehbare Magnet nach beiden Seiten hin gleich kräftig angezogen wird, wenn er in der Mitte des Kontakthubes befindlich ist, mithin überwiegend von dem Magnete angezogen und festgehalten wird, dem er sich genähert hat, oder

2) dadurch, dass wir die Pole eines drehbaren und eines festen Magneten, von denen der eine dauernd magnetisch ist, gegenüberstellen und die Anziehung derselben so durch eine Feder neutralisiren, dass in der Mitte des Hubes Gleichgewicht zwischen beiden Kräften eintritt.

Gehen durch ein derartig hergerichtetes Relais kurze Ströme von wechselnder Richtung und gleichem magnetischen Werthe, so wird die eine Stromrichtung den mit der Leitung verbundenen Elektromagneten derartig magnetisiren, dass der bewegliche Magnet sich zum Kontakte bewegt und der Kontakt darauf so lange hergestellt bleibt, bis der zweite entgegengerichtete Strom den Magnetismus umkehrt und den Kontakt dauernd unterbricht. Ist der bewegliche Magnet, wie unter 1) beschrieben, zwischen zwei festen Magneten placirt, so wird die Be-

wegung des ersteren durch gleichzeitigen Anzug von der einen und Abstossung von der anderen Seite herbeigeführt. Hat das Relais die unter 2) beschriebene Einrichtung, so bewirkt die Anziehung des permanenten und des momentanen Magnetismus die Bewegung zum Kontakte, die Abstossung dieser beiden nebst Wirkung der Feder den Rückgang.

Haben beide Ströme genau gleichen magnetischen Werth, so hebt der eine Strom stets vollständig die Wirkung des folgenden auf, es ist mithin nie eine Correctur der einmal erzielten Gleichgewichtsstellung nöthig, welches auch die Stärke der einzelnen Strömungen ist.

Die erforderlichen gleichen und entgegengesetzten Ströme von sehr kurzer Dauer erzielen wir durch Anwendung der durch Volta-Induktion erzeugten Ströme, wie sie durch Schliessung und Oeffnung der primären Spirale eines Elektromagneten in der sekundären erzeugt werden. Durch Niederdrücken des Schlüssels des Morse'schen Apparates wird der Strom einer Lokalbatterie von 2 bis 3 Elementen durch die primäre Spirale eines geschlossenen Elektromagneten gesandt. Der dadurch in der sekundären Spirale desselben Magneten erzeugte Strom magnetisirt den Elektromagneten der Empfangsstation im Sinne der Bewegung zum Kontakte. Der Kontakt bleibt so lange hergestellt, wie der Schlüssel niedergedrückt wird. Beim Loslassen desselben entsteht in der sekundären Spirale der entgegengesetzt gerichtete Oeffnungsstrom, welcher den Elektromagneten der Empfangsstation genau gleich stark entgegengesetzt magnetisirt und dadurch die Unterbrechung des Kontaktes bewirkt. — Sollen die Apparate als Gegensprecher eingerichtet werden, so wird ein zweiter, ebenfalls doppelt umwundener Magnet in die primäre Kette eingeschaltet, dessen Eisenkern zum Herausziehen eingerichtet ist. Die sekundäre Spirale dieses zweiten Magneten kommunicirt mit der Gegenspirale des Relais. Wird der Eisenkern nun so tief in seine Spirale geschoben, dass das eigene Relais beim Arbeiten in Ruhe bleibt, so ist die richtige Einstellung für das Gegensprechen ausgeführt. In Fig. 65 ist diese Kombination für Gegensprecher schematisch dargestellt. *a* ist der Volta-Induktor für den Linienstrom, *b* der für den Gegenstrom. Die primäre Spirale beider Induktoren kommunicirt mit der Batterie *c* und dem Schlüssel *d*. Das eine Ende der sekundären Spirale des Induktors *a* kommunicirt mit der Linienspirale des Relais *e*, das andere mit der Erde. Die beiden Enden der sekundären Spirale des Lokalinduktors *b* kommuniciren mit den beiden Enden der Gegenspirale *f* des Relais. Um den Durchgang des kommenden

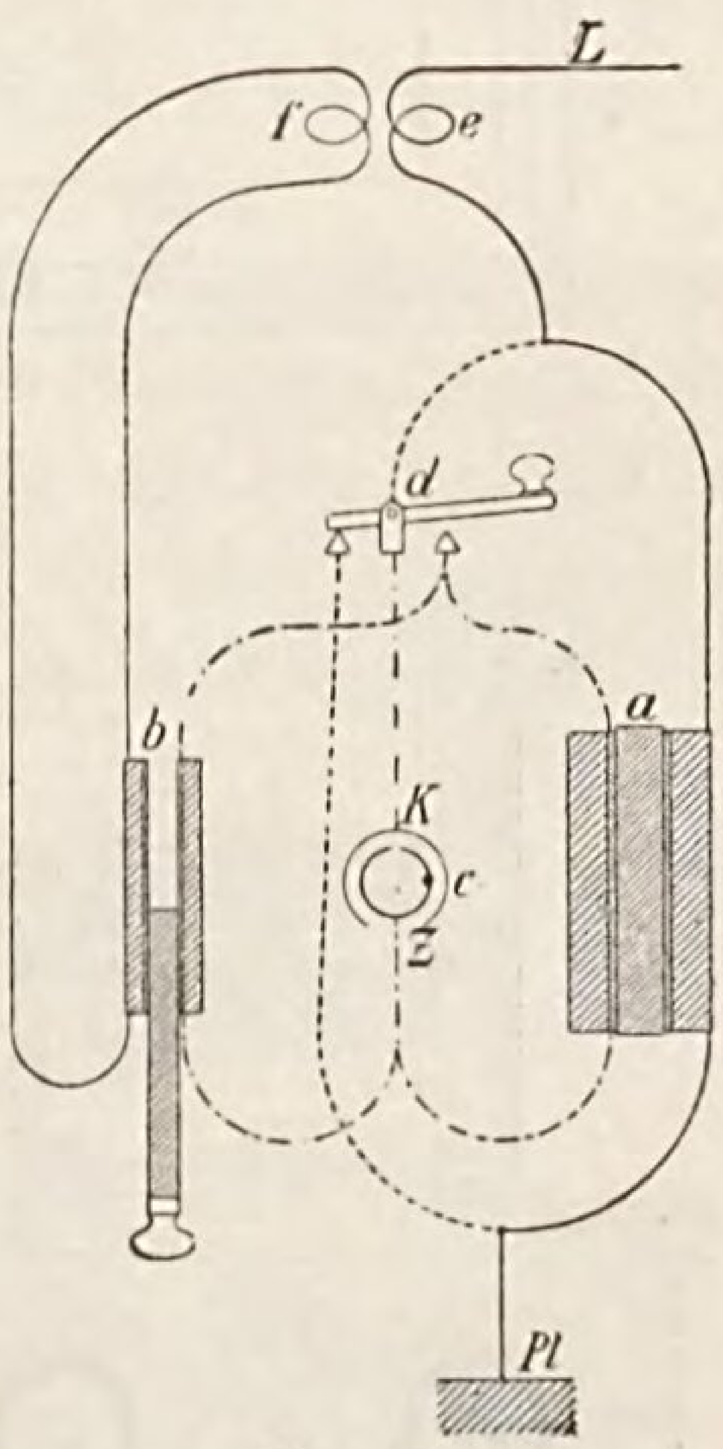


Fig. 65.

Stromes durch die Windungen des Linieninduktors *a* zu vermeiden, kann man die beiden Drahtenden derselben, wie durch die fein punktirten Linien dargestellt, mit dem Schlüssel und hinteren Kontakte verbinden.

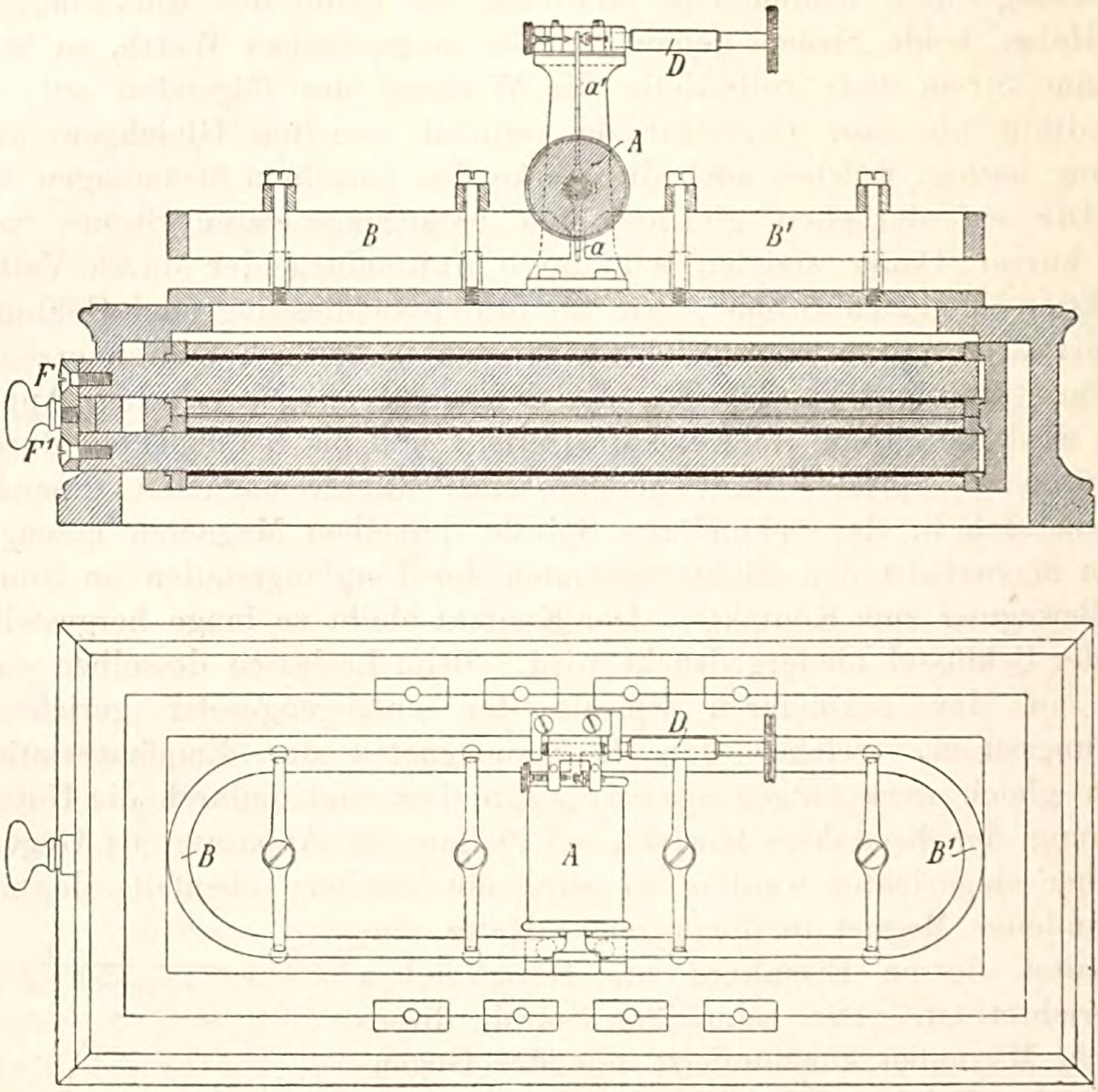


Fig. 66.

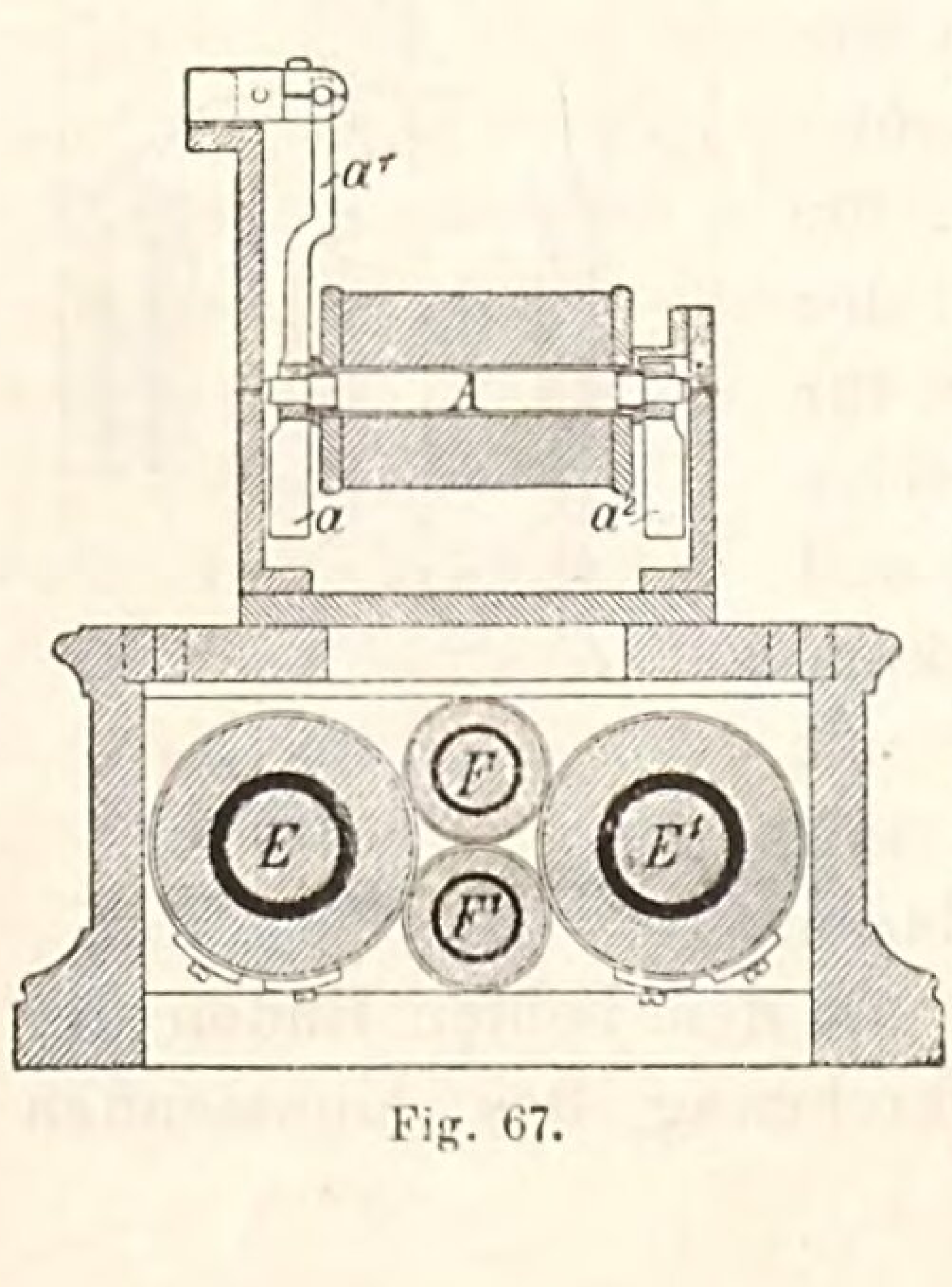


Fig. 67.

In der beiliegenden speciellen Zeichnung (Fig. 66 und 67) eines, wie unter 1) beschrieben, eingerichteten Relais mit Linien- und Lokalinduktor, ist der drehbare Magnet mit *A*, dessen Polverlängerungen mit a, a^1, a^2, die beiden Stahlmagnete mit B, B^1 bezeichnet. Die Anschläge sind zusammen durch die Schraube *D* verschiebbar, und dadurch der Punkt, wo die Anziehung beider Stahlmagnete gleich ist, sehr leicht zu finden. $E\,E^1$ bezeichnen den Linieninduktor, $F\,F^1$ den Lokalinduktor für den Gegenstrom im Falle des Gegensprechens.

Die Vortheile dieses Systems bestehen namentlich darin, dass

1) der lästige Gebrauch der Korrekturfeder ganz beseitigt wird, da das Relais bei starkem wie bei schwachem Strome genau gleiche Stellung behalten muss. Man kann mithin mit so eingerichteten Telegraphen auf grösste und kleinste Entfernungen, bei grösseren oder kleineren Stromverlusten durch mangelhafte Isolirung, ohne irgend eine Veränderung mit grösster Sicherheit telegraphiren.

2) Die kostspielige Linienbatterie, welche ausserdem die gewöhnlichste Ursache vorkommender Störungen ist, wird ganz beseitigt. Es genügt zum Telegraphiren auf jede gebräuchliche Entfernung hin die Mitbenutzung der aus 2 bis 3 Elementen bestehenden Schreibbatterie.

3) Da nur kurze, aber sehr kräftige Strömungen benutzt werden, so müssen diese Telegraphen sehr unempfindlich gegen Störungen atmosphärischen Ursprungs sein.

4) Das Gegensprechen ist durch sie von dem weniger zuverlässigen Rheostaten befreit. Es hat nur noch eine Korrekturvorrichtung, welche weit leichter zu handhaben ist, als die Korrekturstellung des bisher gebräuchlichen Morse-Relais. Es sind ferner bei Anwendung momentaner Ströme eingeschaltete Magnete nicht mehr störend, man kann daher das Gegensprechen auch bei Anwesenheit beliebig vieler Zwischenstationen benutzen.

5) Da die benutzten inducirten Ströme von sehr kurzer Dauer sind, so folgt schon hieraus, dass man die Geschwindigkeit der Zeichengabe fast unbegrenzt steigern kann. Es wird daher sowohl aus diesem Grunde, wie wegen der weit grösseren Sicherheit und der Unveränderlichkeit der Einstellung das Schnellschreiben oder mechanische Telegraphiren mit den neuen Apparaten mit Sicherheit ausführbar.

Als neu und unsere Erfindung betrachten wir:

1) namentlich die Anwendung inducirter Volta-elektrischer Ströme in der beschriebenen Weise, d. i. so, dass der Schliessungsstrom des Induktors die kontaktgebende, der Oeffnungsstrom die die Lokalkette öffnende Bewegung des drehbaren Magneten bewirkt oder umgekehrt;

2) die beschriebene Konstruktion der Relais zu Morse'schen Telegraphen mit momentanen Strömen;

3) die Regulirung der Stromstärke des Gegenstromes, entsprechend der Entfernung, durch mehr oder weniger tiefes Eintauchen des Eisenkernes in die Spiralen des Lokalinduktors.

Der Induktions-Schreibtelegraph von Siemens & Halske.

Beschreibung für den Gebrauch desselben.

26. Juni 1856.

I. Das Relais. Zu unseren Induktions-Schreibtelegraphen benutzen wir gewöhnliche Morse'sche oder chemische Schreib-Apparate. Die Uebertrager (Relais) sind so konstruirt, dass der Kontakthebel am Kontakte oder am isolirten Anschlagpunkte liegen bleibt, wenn die eine oder andere Lage mechanisch herbeigeführt ist. Dies wird durch kurze inducirte Ströme von wechselnder Richtung bewirkt, welche die Leitung und die Windungen des Relais durchlaufen. Es gehören mithin zur Bildung eines jeden telegraphischen Zeichens zwei aufeinander folgende kurze Ströme, von denen der erste den Kontakt herstellt, während der folgende, entgegengesetzt gerichtete, ihn wieder unterbricht. Die Länge des erzeugten Striches ist mithin nicht, wie bei Morse'schen Relais, von der Dauer der Strömung in der Leitung, sondern von der Länge des stromlosen Zeitintervalles zwischen den beiden momentanen, aufeinander folgenden Strömen abhängig. Diese momentanen Ströme werden durch Volta-Induktion erzeugt.

In Fig. 68 und 69 sind zwei verschiedene Relais-Konstruktionen dargestellt, welche wir zu diesem Zwecke anwenden.

Bei dem in Fig. 68 dargestellten Relais sind die Polverlängerungen eines in seiner feststehenden Hülle drehbaren Elektromagneten so zwischen die sich gegenüberstehenden, entgegengesetzten Pole zweier permanenter Magnete placirt, dass sie von beiden mit gleicher Kraft angezogen werden, wenn sich der Kontakthebel in der Mitte zwischen Kontakt und isolirtem Anschlage befindet. Derselbe wird mithin durch überwiegende Kraft des einen oder anderen Magneten festgehalten, wenn er die Gleichgewichtslage zum einen oder anderen Anschlage hin überschritten hat. Durchläuft ein Strom die Windungen des Elektromagneten, so wirkt der erzeugte Magnetismus der Polverlänge-

rungen abstossend auf den einen und anziehend auf den anderen permanenten Magneten. Das Gleichgewicht der Anziehung wird daher gestört, und es tritt bei geeigneter Richtung des Stromes eine Bewegung des Kontakthebels zum Kontakte ein. An diesem wird er

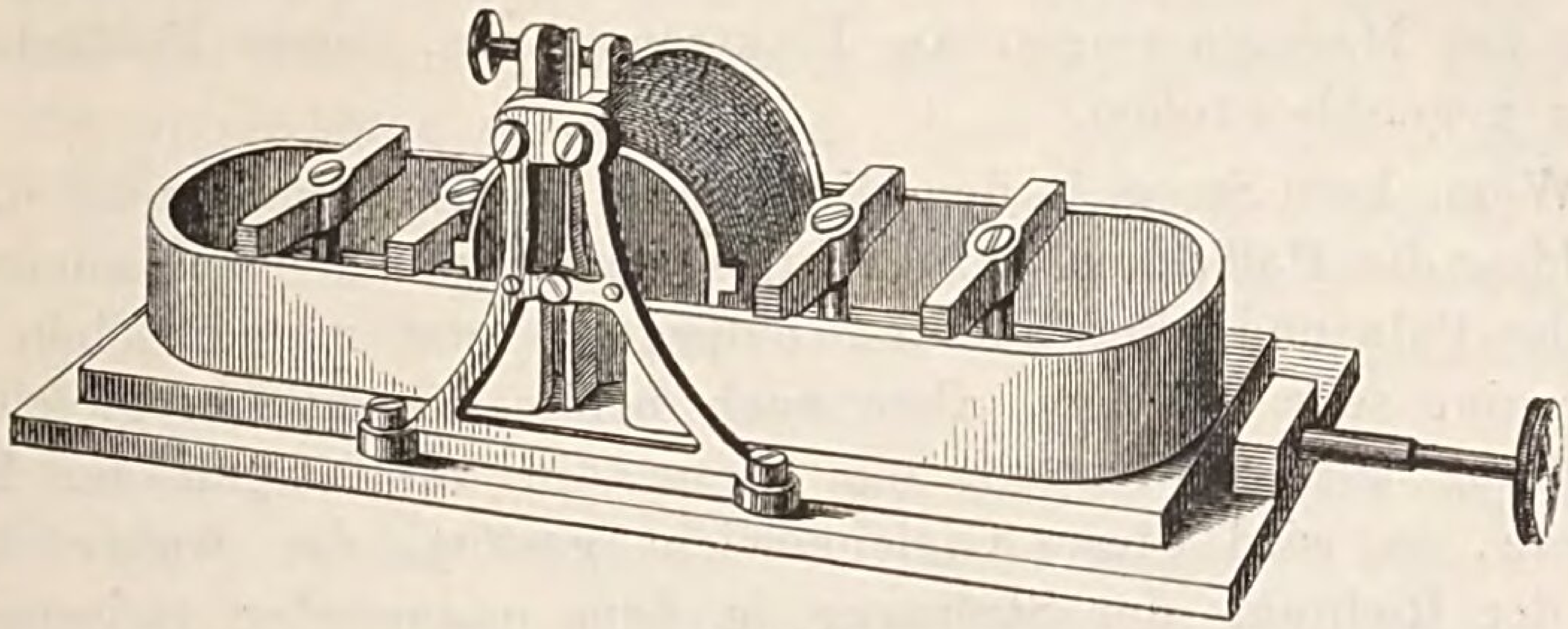


Fig. 68.

nun durch überwiegende Anziehung des betreffenden Stahlmagneten, welche durch den rückbleibenden Elektromagnetismus noch verstärkt wird, festgehalten. Der darauf folgende kurze Strom von entgegengesetzter Richtung vernichtet den rückbleibenden Magnetismus und giebt den Polen des Elektromagneten eine entgegengesetzte Polarität, wodurch die Rückbewegung des Kontakthebels und seine Festhaltung am isolirten Anschlage bewirkt wird.

Das in Fig. 69 dargestellte Relais hat zwei feststehende Elektro-

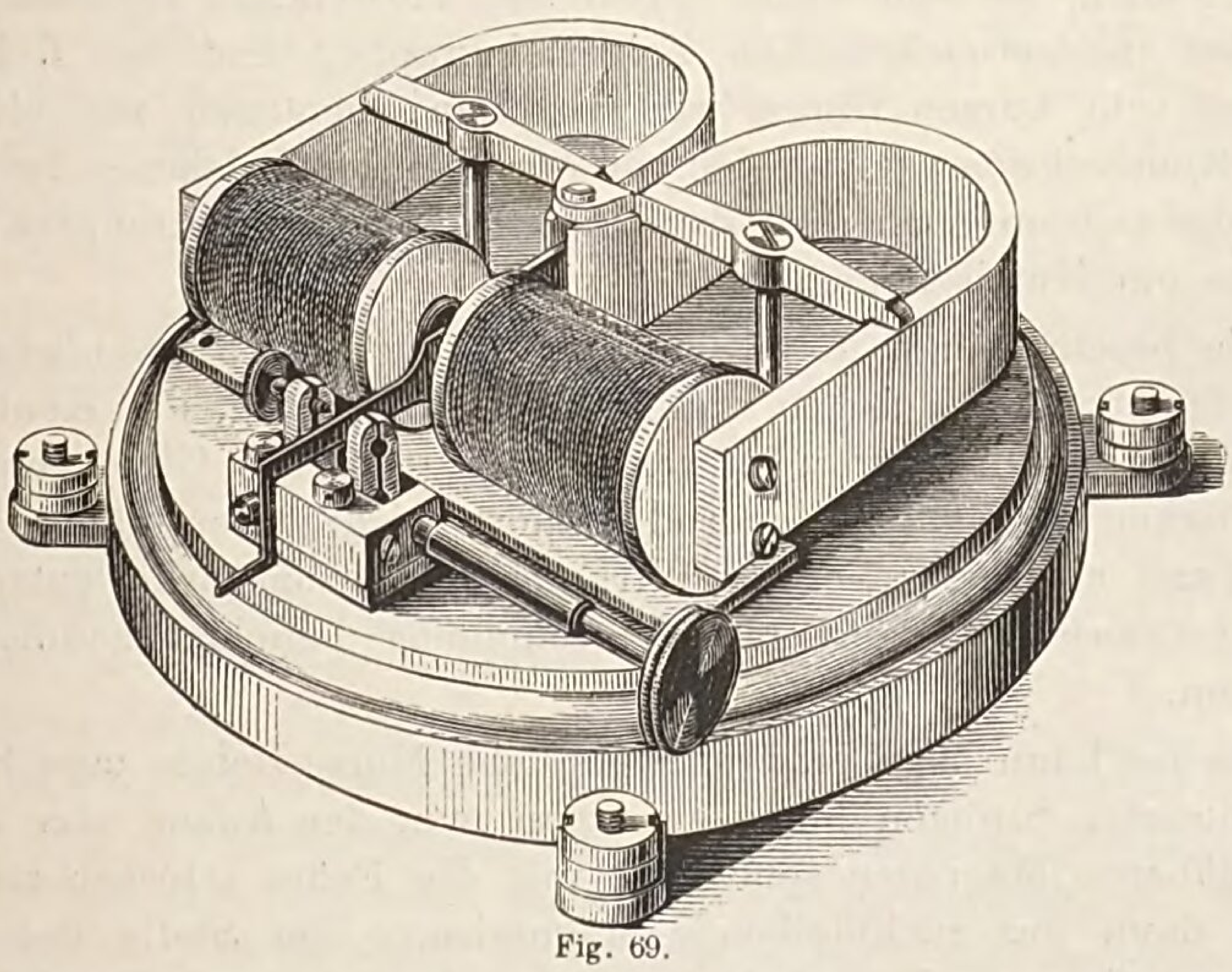


Fig. 69.

magnete, während der permanente Magnet beweglich ist. Zwei gleichnamige Pole der beiden gekrümmten Stahlmagnete stossen in einem

festen Eisenstücke zusammen, und in einer Höhlung desselben dreht sich mit geringem Spielraume eine Eisenwelle mit dem daran befindlichen Anker. Letzterer bildet also die bewegliche Verlängerung der beiden Stahlmagneten und erhält auf diese Weise einen sehr kräftigen, permanenten Magnetismus. — Die beiden anderen gleichnamigen Polenden der Magnete tragen die Elektromagnete, deren Polflächen dem Anker gegenüberstehen.

Wenn kein Strom in den Windungen der Elektromagnete cirkulirt, so bilden die Polflächen der Elektromagnete gleiche permanente magnetische Pole und üben auf den entgegengesetzt magnetischen Eisenanker eine sehr kräftige, aber nach beiden Seiten hin gleich starke Anziehung aus. Durchläuft ein Strom die Windungen der Elektromagnete, so wird dieses Gleichgewicht gestört, der Anker daher je nach der Richtung der Strömung in dem einen oder anderen Sinne bewegt. Durch gemeinschaftliche Wirkung der überwiegenden Anziehung des nächsten permanent magnetisirten Elektromagneten und des rückbleibenden Magnetismus wird der Anker nach Aufhören des Stromes so lange festgehalten, bis ein Strom von entgegengesetzter Richtung cirkulirt und die Bewegung zum anderen Anschlage bewirkt.

Eine nachtheilige Einwirkung auf die permanente Magnetisirung der Stahlmagnete ist bei dem geringen Grade des in der Regel benützten Elektromagnetismus durchaus nicht zu befürchten, wenn die Magnete aus glashartem Stahle bestehen.

In Fällen, wo sehr starke Ströme zur Verwendung kommen können, z. B. bei magnet-elektrischen Zeigertelegraphen und bei Relais, die auch auf sehr kurzen Linien wirken sollen, benützen wir eine dritte Relais-Konstruktion, welche sich von der eben beschriebenen im Wesentlichen dadurch unterscheidet, dass anstatt der beiden getrennten Elektromagnete ein Hufeisen angewendet wird.

Die beschriebenen Relais lassen sich auch als gewöhnliche Morse-Relais benutzen. Es ist in diesem Falle nur nöthig, das Kontaktstück durch die Schraube soweit zu verschieben, dass das Gleichgewicht der magnetischen Anziehung dauernd gestört wird. Der nähere Magnet wirkt dann als Feder, deren Wirkung der Stromstärke entsprechend durch grössere oder geringere Verschiebung beliebig modificirt werden kann.

Ebenso kann man jedes gewöhnliche Morse-Relais zum Sprechen mit inducirten Strömen benutzen, wenn man den Anker oder die Pole des drehbaren Magneten sehr nahe und die Feder schwach stellt. Es vertritt dann der rückbleibende Magnetismus die Stelle des dauernden Magnetismus. Natürlich ist die Sicherheit und Empfindlichkeit des Relais in diesem Falle beträchtlich geringer.

II. Der Induktor. Die Volta-Induktoren, durch welche die

kurzen Ströme von wechselnder Richtung erzeugt werden, konstruiren wir in folgender Weise:

Der Eisenkern des Induktors ist ein dickes Eisenblech mit aufrecht stehenden Rändern. Dasselbe wird erst mit der aus dickerem Drahte bestehenden primären, darauf mit der sekundären Spirale umwunden, bis der durch die Eisenränder und den Eisenkern begrenzte Raum völlig mit Drähten ausgefüllt ist. Zwei oder mehrere derartig bewickelte Rahmen werden nun aufeinander gelegt und primäre und sekundäre Spiralen so verbunden, dass je zwei Rahmen einen geschlossenen Hufeisenmagnet bilden. Die durch diese Konstruktion erwachsenden Vortheile bestehen darin, dass:

1) die Hufeisen kurz geschlossen sind, mithin ein grösserer Magnetismus in ihnen erzeugt wird, als bei offenen Magneten und

2) dass jeder Schenkel des Hufeisens seine volle Wirkung auf sämmtliche eingeschlossene Drähte ausübt, die Windungen des einen Eisenkerns mithin auch der inducirenden Einwirkung des anderen unterworfen sind.

Derartige Induktoren können daher bei gleicher Wirkung weit kleiner sein, als solche andrer Konstruktion, und es genügt eine beträchtlich geringere Drahtmenge zur Erzeugung gleichkräftiger Ströme.

III. Schaltungen. Von den vielen möglichen Schaltungen zum Einfachsprechen wollen wir nur die unten unter 1. bis 5. dargestellten anführen. Ueberall möge

L die Leitung,
w_1, w_2 die beiden Windungen des Uebertragers,
T den Taster, dessen Kontaktpunkte *a*, *b*, *c* sind,
B die Batterie von 2 Elementen,
P die primäre } Rolle des Induktors
S die sekundäre }
(in Schaltung 2, 3 und 5 getrennt gezeichnet),
E die Erdplatte

bezeichnen.

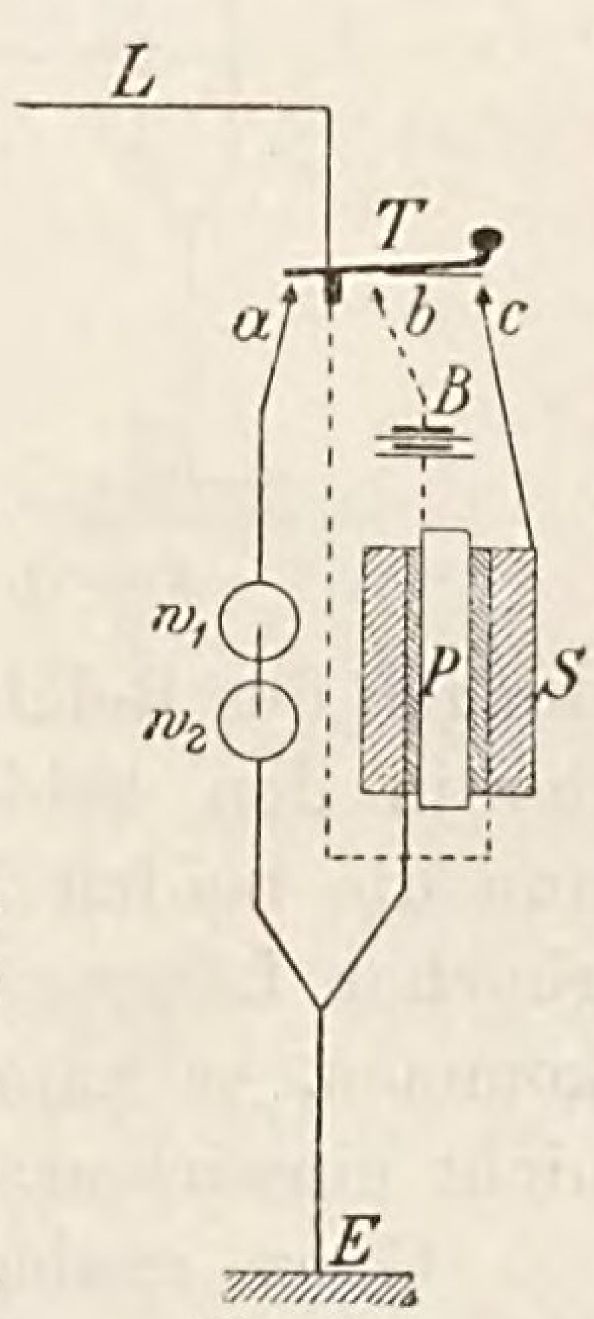


Fig. 70.

Schaltung 1 (Fig. 70). Es wird beim Niederdrücken des Schlüssels *T*, nach Aufhebung des Ruhekontaktes *a* und vor Herstellung des stromgebenden Kontaktes *b*, mittelst eines dritten federnden Kontaktes *c* die Verbindung des freien Endes der sekundären Spirale *S* des Volta-Induktors mit dem Schlüssel *T* und der Leitung *L* hergestellt, und dem nach Schliessung des Lokalkreises entstehenden sekundären Strom der Zutritt zu derselben hierdurch eröffnet. Nach Unterbrechung des Lokalstromes, beim Beginn der Rückbewegung des Schlüssels, bleibt diese Verbindung der sekundären Spirale mit der Leitung durch den federnden Kontakt noch kurze Zeit hergestellt. Da die sekundären Ströme in sehr kurzer Zeit verlaufen, so genügt

dieser kurze Schluss der Leitung vollständig, um die rückgängige Bewegung der Kontakthebel der eingeschalteten Relais zu bewirken.

Schaltung 2 und 3 (Fig. 71 und 72). Anstatt des dritten federnden Kontaktes am Schlüssel (resp. Schreibhebel beim Transferiren) kann man auch den bisherigen Schlüssel mit zwei Kontakten benutzen — in der Weise, wie es die Schemata andeuten. Das Relais muss hierbei mit zwei gleichen und homologen Drähten umwunden sein.

In den Figuren sind der besseren Uebersicht halber die auf denselben Eisenkern gewickelten Umwindungsdrähte w_1 und w_2 abgesondert nebeneinander gezeichnet.

Der Stromlauf in Fig. 71 ist so, dass der kommende Strom nur die eine der Relaiswindungen, nämlich w_1, durchläuft und dann durch den Ruhekontakt a des aufliegenden Schlüssels T zur Erde E geht. Der vom Induktor ausgehende Strom durchläuft dagegen beide Win-

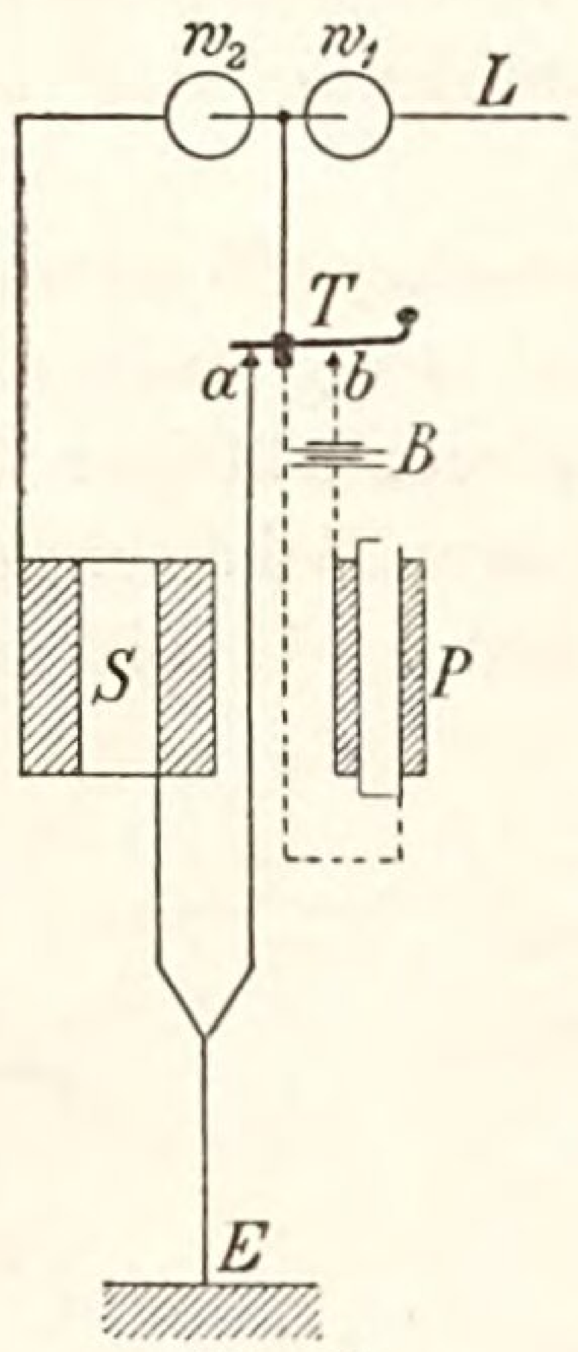


Fig. 71.

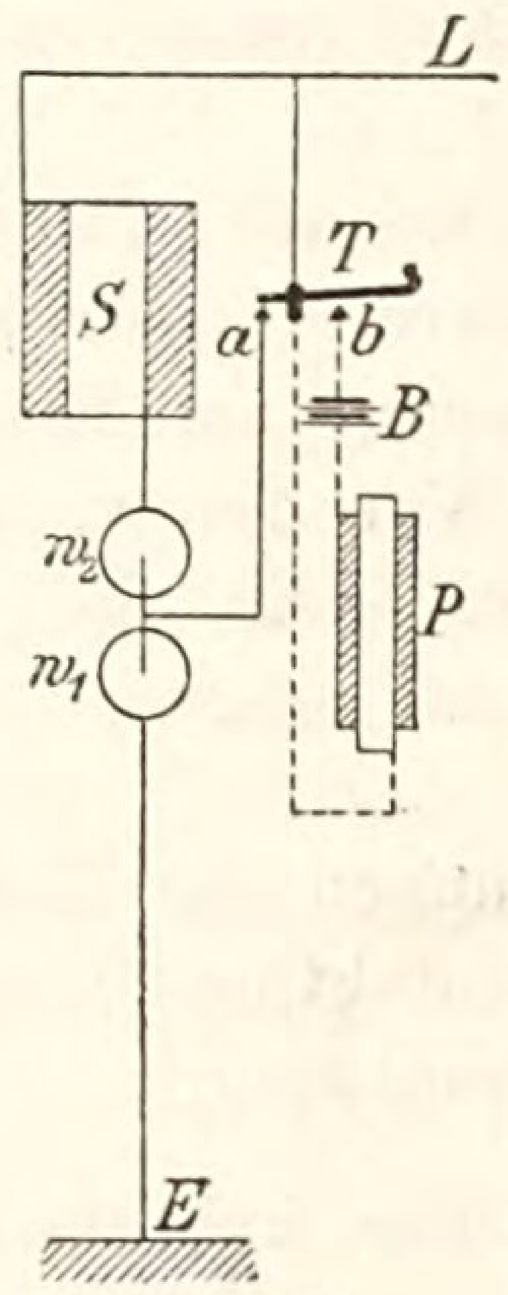


Fig. 72.

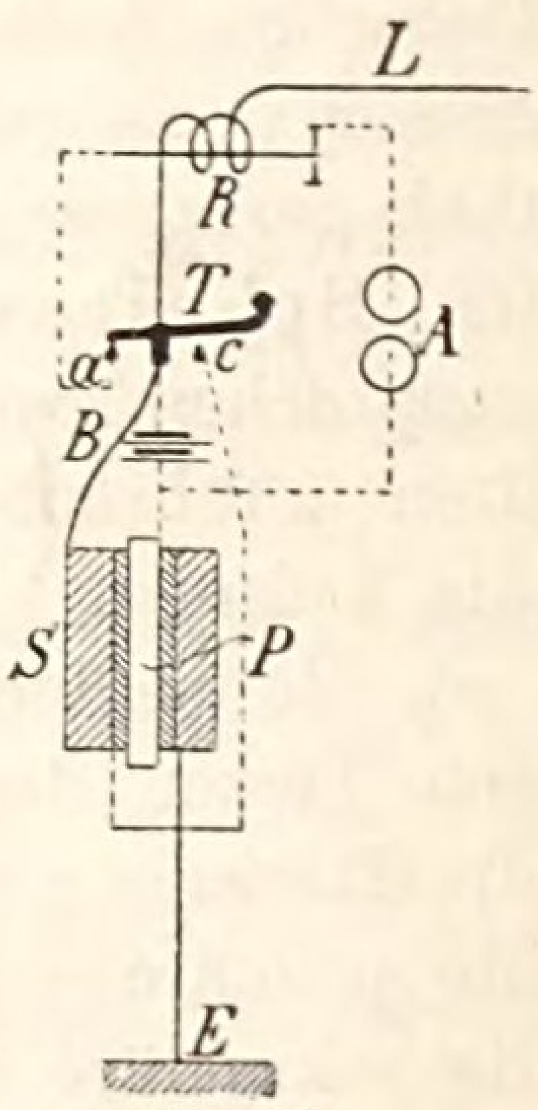


Fig. 73.

dungen des Relais nacheinander und zwar dergestalt, dass die Wirkungen der in den beiden Windungen thätigen Ströme sich aufheben. Sind nun die beiden Drähte w_1 und w_2 gleichzeitig aufgewunden und von gleicher Länge, so ist die Kompensation bei jeder Stromstärke vollkommen, es kann mithin der ausgehende Strom auf das eigene Relais nicht einwirken.

Ganz analog ist die Wirkung bei der in Fig. 72 dargestellten Schaltung. — Der kommende Strom nimmt den Weg L, T, a, w_1, E, der ausgehende Strom aber den Weg E, w_1, w_2, S, L, bald in dieser, bald in der umgekehrten Richtung.

Schaltung 4 (Fig. 73). Das wie gewöhnlich mit einem Draht umwundene Relais R arbeitet auch beim Geben mit, nicht aber der Schreibapparat A, weil bei gedrücktem Schlüssel T der lokale Schliessungskreis bei a unterbrochen ist, selbst wenn derselbe bei c geschlossen sein sollte.

Schaltung 5 (Fig. 74). — Hier werden auch nur zwei Kontakte *a* und *c* benutzt, dagegen ist ein zweiter Hebel oder eine Feder *t* angebracht. Der kommende Strom nimmt den Weg *L*, *R*, *T*, *S*, *E*. Wird der Taster *T* gedrückt, so kommt er zuerst mit dem kleineren Hebel *t* und dann zuletzt durch diesen mit dem Batterie-Kontakte in leitende Berührung. Der hierdurch inducirte Strom tritt durch den Draht *e* direkt in die Leitung. Denke man sich bei der rückgängigen Bewegung die Berührung bei *b* aufgehoben und den Hebel *T* noch in Berührung mit *t*, so bleibt für den inducirten Oeffnungsstrom der Weg *E*, *S*, *T*, *c*, *t*, *e*, *L* noch offen. Das Relais ist somit den Wirkungen des abgehenden Stromes entzogen.

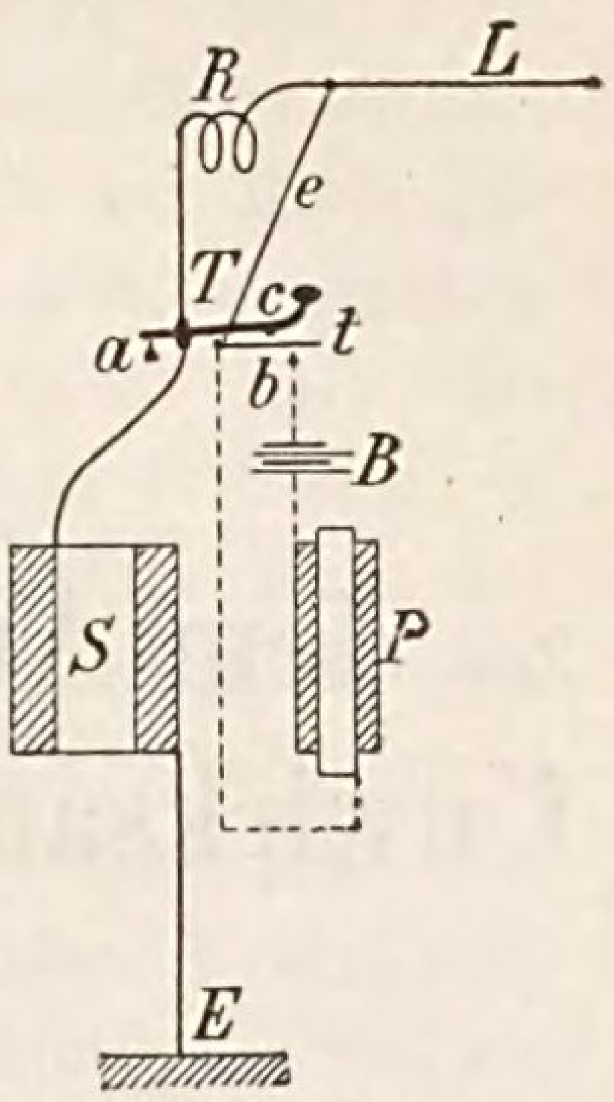


Fig. 74.

IV. Vortheile. Die Vortheile, welche unser Induktionstelegraph darbietet, bestehen in der Ersparung der Linienbatterien, Beseitigung der lästigen Relaiseinstellungen und in der Unempfindlichkeit gegen mangelhafte Isolation und bedeutende Länge der Leitungen. Auch verdient noch besonders hervorgehoben zu werden, dass die neuen Apparate ohne alle Störung mit den bestehenden sich kombiniren lassen; sie können sowohl Schrift an dieselben geben, wie von denselben empfangen, sowie mit einem alten zusammen als Translator benutzt werden. Es wird hierdurch der Uebergang von einem System zum anderen sehr wesentlich erleichtert.

Bemerkungen zu dem Aufsatze des Herrn Dr. Mohr über die Unwirksamkeit des transatlantischen elektrischen Kabels.

(Dingler's polyt. Journal Bd. 151 S. 380.)

1859.

Herr Dr. Mohr hat in diesem Journal (Bd. CL, S. 285) die Ansicht ausgesprochen, „dass die Führung telegraphischer Leitungen durch grosse Meerestiefen mit den jetzt vorhandenen technischen Mitteln unausführbar sei, indem der grosse Druck des Wassers die Substanz des Isolators durchdringen und die Isolation dadurch mit der Zeit aufheben müsse.“

Diese Ansicht ist glücklicherweise ganz unrichtig und weder theoretisch noch durch die Erfahrung irgendwie begründet. Herr Dr. Mohr zieht nicht in Betracht, dass die Guttapercha ein elastischer, nicht poröser Körper ist. — Dass mit Luft gefüllte Flaschen und die mit Luft erfüllten Poren des Holzes mit Wasser angefüllt sind, nachdem sie einem sehr hohen Wasserdruck ausgesetzt waren, ist sehr erklärlich, da die Luft unter dem Drucke von mehreren Hundert Atmosphären auf ein sehr kleines Volumen komprimirt wird, das Wasser also die Luft in den Poren ersetzen muss. Da das Wasser unter hohem Drucke stehende Gase viel begieriger aufsaugt als unter geringem Drucke stehende, so ist es auch sehr begreiflich, dass die in der umgekehrten Flasche und den Poren des Holzes vor dem Eintauchen vorhandene Luft scheinbar ganz verschwindet, und dass nach dem Herausziehen der Flasche oder des Holzes aus grosser Tiefe gar keine Luft im Innern mehr zu entdecken ist: das Wasser hat sie unter dem hohen Drucke absorbirt. Ganz anders verhält es sich aber, wenn Körper, die keine Poren enthalten, oder auch elastische Körper, deren Poren nicht wie beim Holze in direktem Zusammenhange stehen, einem hohen Drucke ausgesetzt werden.

Eine mit Luft gefüllte Blase wird sich unter äusserem hydrostatischen Druck so weit zusammenziehen, dass Gleichgewicht zwischen dem Luftdruck im Innern und dem äusseren Wasserdruck stattfindet, sie wird daher nicht vom Wasser durchdrungen und enthält nach Aufhören des Druckes dieselbe Luftmenge, wie vorher. Aehnlich verhält sich die sehr elastische Guttapercha. Sollten sich auch mit Luft gefüllte, jedenfalls nicht zusammenhängende Poren im Innern derselben befinden, so würden sie unter hohem Druck ihr Volumen so weit vermindern, bis die in ihnen enthaltene Luft dem äusseren Drucke das Gleichgewicht hält, nicht aber mit Wasser ausgefüllt werden. Dass die homogene Masse der Guttapercha selbst nicht vom Wasser durchdrungen werden kann, ist unzweifelhaft und auch von Herrn Dr. Mohr nicht in Frage gestellt. Herr Dr. Mohr beschreibt ganz richtig das von Halske und mir im Jahre 1847 erfundene und benutzte Verfahren, Drähte mit Guttapercha zu umpressen und die schadhaften Stellen durch inducirte Ströme zu entdecken. Es wird dasselbe in der That noch ganz in derselben Weise bei der Anfertigung der submarinen Leitungen benutzt; indessen geschieht die Reparatur der auf diese Weise entdeckten schadhaften Stellen nicht durch oberflächliche Schliessung der Poren, wie Herr Dr. Mohr voraussetzt, sondern durch Erweichung der ganzen Guttapercha-Hülle. Ferner begnügt man sich bei Unterseeleitungen nicht mit einem einfachen Ueberzuge, sondern es wird der einmal mit einem völlig isolirenden Ueberzuge bedeckte Draht noch ein- oder zweimal mit einer Schicht Guttapercha umpresst; von Poren, welche zusammenhängend von der Oberfläche bis zum Drahte führen, kann daher wohl nie die Rede sein, wenn keine gewaltsame Beschädigung vorliegt. Uebrigens werden auch alle Drähte vor ihrer Umspinnung mit Hanf und Eisen unter einem so hohen Drucke probirt, als hydraulische Pressen ihn geben können, wobei sich aber bisher nur in sehr seltenen Fällen eine Verschlechterung der Isolation herausgestellt hat.

Die von Herrn Dr. Mohr aufgestellten Ansichten über die schnelle Fortpflanzung des elektrischen Stromes, bei denen er die gar nicht zutreffenden Wheatstone'schen Versuche zu Grunde legt, übergehe ich, da sie längst als unrichtig nachgewiesen sind; durch Lesung meines Aufsatzes über die elektrostatische Induktion (Poggendorff's Annalen Bd. CII, S. 66) würde derselbe seine Ansichten leicht berichtigen können.

Was nun die Gründe betrifft, warum das transatlantische Kabel nicht nach Wunsch funktionirt, so liegen dieselben:

1) in der unvollkommenen Isolirungsfähigkeit der Guttapercha selbst;
2) in der grossen Spannung, welcher der Draht beim Niederlegen ausgesetzt werden musste;

3) in dem geringen Querschnitte, also der geringen Leitungsfähigkeit des isolirten Kupferdrahtbündels und

4) in der unvortheilhaften Benutzung des gelegten Kabels.

Vollkommene Isolatoren giebt es überhaupt nicht, wie es scheint und wie auch ganz wahrscheinlich ist. Die Guttapercha leitet bei geringer Temperatur die Elektricität zwar sehr wenig; bei der grossen Länge des Drahtes und seiner verhältnissmässig sehr geringen Leitungsfähigkeit konnte aber trotzdem, selbst bei der als wahrscheinlich anzunehmenden geringen Temperatur des Meerbodens von nur ca. 3 bis 4° C. kaum ein Viertel des abgehenden Stromes am anderen Ende der Leitung auftreten, auch wenn die Guttapercha vollkommen homogen und bestmöglich isolirend war. Hiermit hätte sich immerhin noch gut telegraphiren lassen. Nun musste aber das Kabel beim Niederlassen zum Meeresgrunde mit einer Kraft zurückgehalten werden, welche dem Gewichte eines senkrecht im Wasser bis zum Meeresgrunde hinabhängenden Kabelstückes das Gleichgewicht hielt, da dasselbe andernfalls auf der durch das Wasser selbst gebildeten geneigten Ebene schnell in die Tiefe hinabgeglitten sein würde. Diese Belastung übersteigt aber bei der gewählten Art der Umspinnung mit Litzen aus Eisendrähten schon bei 10 000 Fuss die Elasticitätsgrenze des Kabels. Es musste daher bei der Legung eine beträchtliche, bleibende Dehnung des Kabels eintreten, wodurch alle in der Guttapercha vorhandenen Luftbläschen erweitert, die innige Verbindung der verschiedenen Ueberzüge gelockert, also in jedem Falle bisher unschädliche Fehler der Kontinuität der Guttapercha-Ueberzüge bedeutend verschlimmert wurden. In der Mehrheit der Fälle wird der grosse äussere Druck gerade vortheilhaft eingewirkt und solche hervortretende Diskontinuitäten wieder geschlossen haben. Es erschien daher schon im Voraus höchst wahrscheinlich, dass in vielen Fällen die so günstige Gegenwirkung des vermehrten äusseren Druckes nicht ausreichen und die Isolation sich beim Legen wesentlich verschlechtern würde, wie es in der That der Fall gewesen ist. Dass auch ohne diese bleibende Verlängerung die Isolation nach dem Legen etwas schlechter als vorher sein würde, liess sich mit Gewissheit annehmen, da durch den grossen Druck die Guttapercha verdichtet, die Dicke der isolirenden Schicht also vermindert wird, und da der getheerte Hanf, der, so lange er trocken ist, etwas zur besseren Isolation beiträgt, nach und nach vom Wasser durchdrungen und die in ihm enthaltene Luft von demselben absorbirt wird.

Hätte man das gelegte Kabel anfänglich mit grosser Vorsicht behandelt, so wären alle diese Gründe dennoch wahrscheinlich nicht im Stande gewesen, das Kabel ganz unbrauchbar zu machen. Anstatt aber den Draht längere Zeit mit dem positiven Pole kräftiger Batterien in leitende Verbindung zu setzen und dadurch die Leitungsfähigkeit der Guttapercha auf ein Minimum zu reduciren, sowie auch kleine vor-

handene Poren mit Kupferoxyd auszufüllen, ein Verfahren, welches wir bei den früheren unterirdischen Leitungen häufig mit grossem Erfolge benutzt haben und welches für Unterwasserleitung von Herrn Hipp sehr erfolgreich bei der Bodenseeleitung, von uns bei der Mittelmeerleitung in Anwendung gebracht wurde — begann man sofort starke inducirte Ströme von sehr hoher Spannung und wechselnder Richtung durch das Kabel zu schicken und erweiterte dadurch kleine Poren zu grossen, unheilbaren Isolationsfehlern.

Es ist übrigens das Kabel auch unmittelbar nach der Legung keinen Augenblick in brauchbarem Zustande gewesen. Man hat zwar mit Spiegelgalvanometern von sehr grosser Empfindlichkeit schwache Ströme erkennen können, welche die Leitung durchlaufen hatten, ja man war sogar im Stande, aus solchen, dem unbewaffneten Auge kaum sichtbaren Ablenkungen des Spiegels nach rechts oder links einige sehr langsam gegebene Worte zu entziffern; aber keinen Augenblick ist man im Stande gewesen, mit regelrechten telegraphischen Instrumenten unzweifelhafte Zeichen zu empfangen. Auch die erwähnte, höchst unvollkommene Methode der Mittheilung hörte bald, in Folge der eingetretenen Verschlechterung der Leitung auf. Sehr schwache Ströme sollen jetzt noch das Kabel durchlaufen; sie sind aber nicht benutzbar, da sie von den ohne äussere Veranlassung im Kabel vorhandenen Strömen von veränderlicher Kraft und Richtung — wahrscheinlich hervorgerufen durch Schwankungen der Intensität des Erdmagnetismus — bedeutend an Stärke übertroffen werden. Derartige Ströme habe ich oft bei unterirdischen Leitungen, die von Ost nach West gehen, wahrgenommen, und namentlich in sehr hohem Grade, während ein Nordlicht am Himmel stand, in welcher Zeit Intensität und Richtung des Erdmagnetismus bekanntlich sehr schnellen und starken Schwankungen unterworfen sind.

Die Hypothese des Herrn Dr. Mohr, dass die Verschlechterung der Isolation des atlantischen Kabels eine nothwendige Folge des grossen Druckes sei — eine Behauptung, die, wenn sie richtig wäre, die ganze unterseeische Telegraphie in Frage stellen würde — ist glücklicherweise weder richtig, noch zur Erklärung des Misslingens des atlantischen Kabels nöthig: die unzweckmässige Konstruktion desselben und seine fast noch unzweckmässigere Benutzung erklären dies gänzliche Misslingen vollkommen.

Gerade die Mittelmeerkabel, welche Herr Dr. Mohr für seine Ansicht anführt, beweisen das Gegentheil. Die Linie von Cagliari nach Malta und Corfu, welche durch nicht viel geringere Meerestiefen führt, als das atlantische Kabel, war nach mehr als einem Jahre noch ganz eben so gut isolirt, wie kurz nach der Legung, und nur ganz unwesentlich schlechter als vor dieser, obschon bei diesen Linien ebenfalls inducirte Ströme zum Telegraphiren benutzt wurden. Die erste ge-

lungene Tiefwasserlinie, die Linie zwischen Cagliari und der afrikanischen Küste, besteht aus vier sehr dünnen, mit Guttapercha überzogenen Drähten, welche von einer gemeinsamen Eisenhülle umschlossen werden. Dieses schwere Kabel unterlag ebenfalls einem seine Elasticitätsgrenze überschreitenden Zuge, in Folge dessen sämmtliche vier Leitungen beschädigt wurden; es gelang uns jedoch, durch positive Polarisation alle vier in brauchbaren Zustand zu versetzen. Die eine dieser Leitungen ward in regelmässigen Betrieb mit positiven Strömen genommen, und es ergab sich nach einem halben Jahre, dass die Isolationsfehler vollständig verschwunden waren. Die drei anderen, unbenutzt gebliebenen Drähte sind dagegen noch im anfänglichen Zustande, d. i. nur unter Anwendung positiver Ströme brauchbar. Wie es scheint, sind Umstände, deren Ursachen nicht im Gebiete der Technik liegen, der ausschliesslichen Anwendung positiver Ströme dort hindernd in den Weg getreten.

Die Natur der Sache bringt es mit sich, dass die Unterseeleitungen, sowohl bei der Anlage, wie bei der Erhaltung wohl stets mit einer bedeutenden Unsicherheit behaftet bleiben werden. Bei Berechnung der Rentabilität solcher Anlagen ist ausserdem als wichtiger Faktor die langsame Fortpflanzung der Elektricität durch lange Leitungen zu berücksichtigen, in Folge deren die Beförderung der Depeschen ebenfalls eine langsame wird; indessen beweisen die bisherigen Erfahrungen zur Genüge, dass auch Linien von der Länge des transatlantischen Kabels technisch ausführbar sind und eine langdauernde ungestörte Wirksamkeit haben können. Da die Verzögerung des elektrischen Stromes zwar mit den Quadraten der Längen zunimmt, sich dagegen mit den Quadraten des Durchmessers des Leitungsdrahtes vermindert, so lässt sich auch die Sprachfähigkeit langer Leitungen durch Mehraufwand von Kupfer und Guttapercha beliebig erhöhen. Auch die Schwierigkeit des Legens durch sehr grosse Tiefen lässt sich durch eine zweckmässige Konstruktion des Kabels und der Auslegevorrichtungen überwinden.

Hoffentlich wird die jetzt im Bau befindliche Unterseelinie von Suez nach Calcutta, welche beinahe die doppelte Länge der verunglückten atlantischen Linie hat, den praktischen Beweis liefern, dass grosse Meerestiefen und Entfernungen nicht technisch unüberwindlich sind!

Beschreibung einer galvanischen Batterie von anhaltend konstanter Wirkung.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 6, S. 53.)

1859.

Halske und ich haben uns seit langer Zeit mit der Aufgabe beschäftigt, eine konstante Kette so zu konstruiren, dass die Wirkung lange Zeit hindurch ungeschwächt bleibt und die aus der unvermeidlichen Anwendung zweier, durch eine poröse Scheidewand getrennter Flüssigkeiten entstehende Unbequemlichkeit und anderweitigen Nachtheile fortfallen. Bekanntlich geben alle Ketten, bei denen die beiden Metalle in derselben Flüssigkeit stehen, wie z. B. die in neuerer Zeit vielfach benutzten Zinkkohlen-Ketten, keinen Strom von gleichbleibender Stärke. Im Augenblicke der Schliessung derartiger Ketten ist der Strom am kräftigsten, seine Stärke nimmt schon im Verlauf der ersten Sekunden beträchtlich ab und sinkt bei anhaltender Schliessung auf die Hälfte bis ein Drittel der ursprünglichen Stärke hinab. Bleibt die Batterie darauf eine Zeit lang geöffnet, so stellt sich nach und nach die ursprüngliche Kraft wieder her. Es ist klar, dass diese fortwährenden und grossen Schwankungen der Stromstärke von sehr grossem Nachtheil beim Telegraphiren sein müssen, und man würde sich sicher nicht so unvollkommener Hülfsmittel bedienen, wenn die konstanten Ketten nicht andere, ebenfalls sehr wesentliche Schwächen hätten. Die Grove'sche und Bunsen'sche Kette sind nur in seltenen Fällen für telegraphische Zwecke anwendbar, da die durch Zersetzung der Salpetersäure entstehende salpetrige Säure der Gesundheit sehr nachtheilig ist und die Apparate in kurzer Zeit verdirbt. Batterien, bei denen die der Elektrolyse unterworfene Flüssigkeit aus einer Lösung von chromsaurem Kali, Quecksilberchlorid, Mangansäure etc. besteht, haben sich praktisch nicht bewährt. Es blieb daher nur die Daniell'sche Batterie zu berücksichtigen. Diese ist billig in der Beschaffung und Erhaltung, hat eine beträchtlich grössere elektromotorische Kraft, wie

die Zinkkohlen-Kette, und giebt Ströme von völlig konstanter Stärke. Dagegen ist die Daniell'sche Batterie sehr unbequem in Stand zu halten und verdirbt leicht gänzlich, wenn ihr nicht die gehörige Sorgfalt gewidmet wird. Dies rührt grösstentheils von der unvollkommenen Wirkung der porösen Scheidewand her, durch welche die Kupfervitriollösung von der verdünnten Säure und dem in derselben befindlichen Zink getrennt wird. Sowohl die gewöhnlich benutzbaren porösen Thontöpfe, wie andere bisher als poröse Scheidewand benutzten Materialien gestatten die Vermischung der Flüssigkeiten durch Diffusion. Das hierdurch zum Zink gelangte Kupfervitriol wird durch das Zink zersetzt, es bildet sich Zinkvitriol und das Kupfer schlägt sich auf dem Zink nieder. Hierdurch wird einmal sowohl Kupfervitriol wie Zink unnöthig konsumirt, ferner wird die Wirkung der Kette durch das Kupfer, welches sich auf dem Zink festsetzt, wesentlich vermindert, und endlich werden die porösen Töpfe bald unbrauchbar, da sie sich mit galvanisch ausgeschiedenem Kupfer bedecken und gänzlich von demselben durchfressen werden.

Man hat in neuerer Zeit versucht, die porösen Scheidewände ganz fortzulassen, indem man darauf rechnete, dass die, durch einen Glastrichter stets gesättigt erhaltene Kupfervitriollösung durch ihr grösseres specifisches Gewicht von dem über ihr befindlichen gesäuerten Wasser getrennt erhalten würde. Da sich jedoch durch den elektrischen Strom Zinkvitriol bildet, welches das specifische Gewicht des gesäuerten Wassers vermehrt, da ferner die Vermischung der Flüssigkeiten durch das verschiedene specifische Gewicht zwar vermindert, aber nicht aufgehoben wird und in Folge des elektrischen Stromes selbst sowie aus anderen Ursachen Ströme in der Flüssigkeit entstehen, welche die Mischung derselben befördern — so lässt sich von dieser Anordnung kein günstiges Resultat erwarten.

Das einzige Mittel, die erwähnten Mängel der Daniell'schen Batterie zu beseitigen, scheint in der Verbesserung der Diaphragmen zu liegen. Halske und ich haben nach vielen Versuchen in der durch koncentrirte Schwefelsäure umgewandelten Pflanzenfaser einen Stoff gefunden, welcher die von dem Diaphragma geforderten Eigenschaften in hohem Grade besitzt. Die mit Diaphragmen aus solcher Masse angefertigten Daniell'schen Ketten haben sich vollkommen bewährt. Die Vermischung der Flüssigkeiten wird durch dieselben vollständig verhindert, die Wirkung der Kette bleibt viele Monate lang konstant, und es findet durchaus kein chemischer Verbrauch von Kupfervitriol und Zink in ihr statt.

In Fig. 75 ist ein derartiges Element in senkrechtem Durchschnitt abgebildet. *a* ist das Glasgefäss, *b* ein unten etwas ausgeweitetes Glasrohr, *c* ein senkrecht stehender, in mehreren Schneckenwindungen gebogener Kupferblechstreifen, *d* ein an demselben befestigter Draht.

e ist eine dünne Pappscheibe, *f* das Diaphragma aus Papiermasse, *g* ein Zinkring mit Klemme. Die aus der Papierfabrik bezogene Papiermasse wird gut ausgepresst und darauf mit ein Viertel ihres Gewichts englischer Schwefelsäure übergossen und so lange umgerührt, bis die ganze Masse eine homogene klebrige Struktur angenommen hat. Darauf wird sie mit etwa der 4fachen Menge Wasser bearbeitet und in einer Presse unter starkem Druck vom überflüssigen sauren Wasser befreit und zu ringförmigen Scheiben geformt, welche den Zwischenraum zwischen den Glaswänden vollständig ausfüllen.

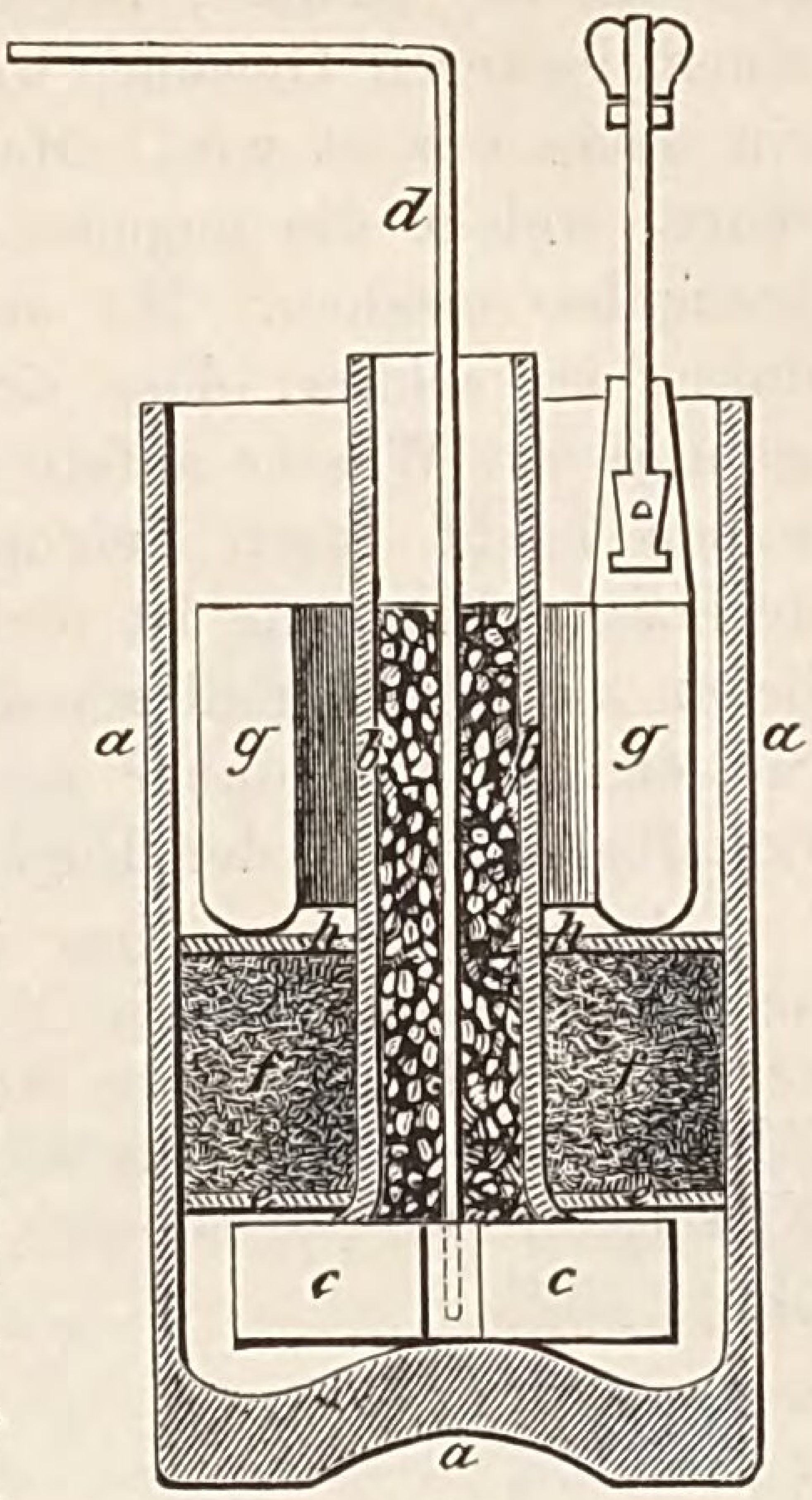


Fig. 75.

Sollen die so vorbereiteten Elemente in Benutzung genommen werden, so wird der innere Glascylinder mit Kupfervitriolkrystallen gefüllt, darauf Wasser hineingegossen und ebenso der ringförmige Zwischenraum mit Wasser gefüllt, dem bei der ersten Füllung etwas Säure oder Kochsalz zugesetzt wird. Man hat später nur darauf zu sehen, dass der innere Glascylinder immer mit Kupfervitriolstücken gefüllt erhalten und das Wasser im äusseren Gefässe von Zeit zu Zeit erneuert wird, damit es das durch den Strom gebildete Zinkvitriol stets gelöst erhalten kann. Die zur Bildung des Zinkvitriols nöthige Schwefelsäure wird durch den Strom selbst durch das Diaphragma hindurch transportirt und dadurch gleichzeitig die aus dem zersetzten Kupfervitriol frei werdende Schwefelsäure entfernt. Es ist dieses von grosser Wichtigkeit, da andernfalls die Kupfervitriollösung zu viel Schwefelsäure enthalten und dadurch die Löslichkeit des Kupfervitriols sehr vermindert werden würde. — Nach den seit etwa 6 Monaten an solchen Batterien gemachten Erfahrungen ist die Wirkung derselben eine ausserordentlich konstante. Die Erhaltungskosten sind sehr gering, da aller chemische Konsum von Kupfervitriol und Zink beseitigt ist. Man kann eine solche Batterie ohne Beeinträchtigung ihrer Wirkung Monate lang stehen lassen, wenn man nur Sorge trägt, dass immer Kupfervitriolstücke im Glasrohr sichtbar sind und das verdunstete Wasser ersetzt wird. Man thut wohl, alle 14 Tage etwa die Batterie auseinanderzunehmen, den Zinkcylinder vollständig zu reinigen, die Flüssigkeit abzugiessen und durch reines Wasser zu ersetzen. Ist das benutzte Kupfervitriol eisenhaltig, so ist es gut, die Elemente ganz umzukehren, damit auch die unter dem Diaphragma befindliche Kupfervitriollösung, die dann sehr eisenvitriolhaltig ist, entfernt wird. Die

Zinkringe dürfen nicht verquickt werden. Um die im Zink enthaltenen fremden Metalle, welche ungelöst zurückbleiben, von der Papiermasse getrennt zu erhalten, bedecken wir diese mit einem Ringe von irgend einem lockeren Gewebe, welches bei der Reinigung der Batterie durch ein neues ersetzt wird. Man kann dieselben durch verdünnte Salpetersäure, welche die ungelöst gebliebenen Metalle auflöst, leicht wieder brauchbar machen. Bei der erneuerten Füllung mit Wasser hat man darauf zu achten, dass sich der Raum unter dem Diaphragma vollständig mit Wasser anfüllt. Zeigen sich Luftblasen, so lassen sich dieselben leicht durch Neigung des Glases entfernen. Der Widerstand derartiger Elemente ist nicht viel grösser wie der von den gebräuchlichen kleinen Daniell'schen Elementen mit hart gebrannten Thonzellen. Sie eignen sich daher zu allen Linienbatterien, haben dagegen als Lokalbatterien in der Regel zu grossen Widerstand.

Anmerkung. Das im Vorstehenden beschriebene Element ist heute unter dem Namen S & H- oder Papp-Element bekannt und weit verbreitet. Eine neuere Modifikation desselben ist das Kieselguhr-Element von Siemens & Halske, in welchem das Diaphragma durch Kieselguhr (Infusorienerde), welche mit Schwefelsäure getränkt ist, gebildet wird.

Apparate für den Betrieb langer Unterseelinien von Siemens & Halske.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 6, S. 96.)

1859.

Aus den in dieser Zeitschrift seiner Zeit abgedruckten Arbeiten von Faraday (Bd. I, S. 126 und Bd. II, S. 101), Werner Siemens (Bd. I, S. 137) und Wheatstone (Bd. II, S. 152) ist bekannt, dass ein im Meeresboden liegendes Telegraphenkabel sich wie eine Leydener Flasche von sehr grosser Oberfläche verhält, indem der kupferne Leitungsdraht die innere Belegung, die Guttaperchahülle die Glaswand der Flasche und die schützende Eisendrahtumspinnung nebst dem umgebenden Wasser die äussere Belegung vertritt.

Wird das eine Ende eines solchen Kabels mit dem freien Pole einer zur Erde abgeleiteten Batterie verbunden, während sein anderes Ende isolirt ist, so zeigt ein zwischen Batterie und Kabel eingeschaltetes Galvanometer durch eine starke, aber vorübergehende Ablenkung den in das Kabel tretenden Ladungsstrom an; wird dann das Kabel von der Batterie getrennt und mit der Erde in Verbindung gesetzt, so giebt sich der Entladungsstrom aus dem Kabel zur Erde durch eine Ablenkung in entgegengesetztem Sinne kund.

Aehnlich verhält es sich, wenn das entfernte Ende des Kabels nicht isolirt, sondern mit der Erde verbunden ist. Auch dann findet bei der Verbindung mit dem Batteriepole zunächst eine Ladung des Kabels statt, und erst wenn diese erfolgt ist, wird der Strom vom anderen Ende des Kabels an einem dort zwischen diesem und der Erde eingeschalteten Galvanometer oder Telegraphenapparat wahrnehmbar; wird sodann die Verbindung mit der Batterie unterbrochen und das betreffende Kabelende isolirt, so hört am anderen Ende der Strom nicht sofort auf, sondern hält, allmählich schwächer werdend, noch einige Zeit an, weil nun der Entladungsstrom dort in derselben Richtung erfolgt wie der Batteriestrom und unmittelbar diesen fortsetzt.

Diese Ladungserscheinungen wirken auf die Korrespondenz auf solchen Leitungen vielfach störend ein und machen mancherlei besondere Einrichtungen und Aenderungen in der Konstruktion der Apparate nöthig, indem mit den gewöhnlichen, für oberirdische Linien üblichen Apparaten, die Korrespondenz bei Unterseelinien nur sehr langsam und bei langen Linien gar nicht zu ermöglichen wäre.

Im Nachstehenden ist das Apparatsystem beschrieben, welches Siemens & Halske mit Rücksicht auf die Bedürfnisse von langen Unterseelinien konstruirt haben, und welches zunächst bei der von denselben in Gemeinschaft mit der bekannten englischen Firma Newall & Comp. auszuführenden Unterseelinie im rothen Meere von Suez nach Aden in Anwendung kommt[1]).

Die wichtigsten Gesetze der Ladungsströme.

In Bezug auf Ladung hat Werner Siemens unter andern die folgenden Gesetze aufgestellt und begründet.

Bezeichnet Q die Grösse der Ladung und α den Ausschlagswinkel, so ist

$$1)\qquad Q = \sin\frac{\alpha}{2}.$$

Will man hiernach für zwei verschiedene Drähte die Ladungen Q und Q_1 mit einander vergleichen, und hat man mit Hülfe einer Tangentenboussole die entsprechenden Stossausschläge α und α_1 gefunden, so ergiebt sich das Verhältniss der Ladungen aus der Proportion:

$$2)\qquad Q : Q_1 = \sin\frac{\alpha}{2} : \sin\frac{\alpha_1}{2}.$$

Ein Mittel zur Vergleichung der Ladungen durch Rechnung liefert die Proportion:

$$3)\qquad Q : Q_1 = \frac{n\,l}{\log\frac{r}{\varrho}} : \frac{n_1\,l_1}{\log\frac{r_1}{\varrho_1}},$$

worin $l\ l_1$ die Längen des Drahtes,
$r\ r_1$ die entsprechenden Halbmesser der Guttapercha,
$\varrho\ \varrho_1$ die entsprechenden Halbmesser des Kupferdrahtes,
$n\ n_1$ beziehlich die elektromotorische Kraft oder die Zahl der Elemente

bedeuten. Aus dieser Gleichung ergeben sich aber ferner sehr wichtige Folgerungen. Nimmt man z. B. an, dass das Verhältniss $\frac{r}{\varrho}$ des einen Kabels gleich dem Verhältniss $\frac{r_1}{\varrho_1}$ des andern sei, so entsteht

$$4)\qquad Q : Q_1 = n\,l : n_1\,l_1,$$

[1]) Dieser Aufsatz wurde von Werner Siemens in der Absicht aufgezeichnet, um, ins Englische übertragen, einen Theil einer für die Beamten jener Linie bestimmten Instruktion zu bilden, welche seitdem bereits im Druck erschienen ist.

nimmt man ferner an, dass in beiden Kabeln auch noch dieselbe Elementenzahl wirke, d. h. dass $n = n_1$ sei, so hat man

$$5)\quad Q : Q_1 = l : l_1.$$

Wäre aber die Länge der Kabelleitungen dieselbe, d. h. setzte man in 4) $l = l_1$, so ergiebt sich:

$$6)\quad Q : Q_1 = n : n_1.$$

Denkt man sich ferner, dass t und t_1 die Zeiten seien, nach welchen der Ladungsstrom am Ende der beiden Kabelleitungen erscheint, so wird das Verhältniss dieser Zeiten durch die Proportion:

$$7)\quad t : t_1 = \frac{l^2}{\varrho^2 \log\frac{r}{\varrho}} : \frac{l_1^2}{\varrho_1^2 \log\frac{r_1}{\varrho_1}}$$

dargestellt, und für den Fall wieder, dass $\frac{r}{\varrho} = \frac{r_1}{\varrho_1}$,

$$8)\quad t : t_1 = \left(\frac{l}{\varrho}\right)^2 : \left(\frac{l_1}{\varrho_1}\right)^2$$

und wenn auch ausserdem in 8) noch $l = l_1$ sein sollte,

$$9)\quad t : t_1 = \varrho_1^2 : \varrho^2$$

oder, wenn statt dessen in 8) $\varrho = \varrho_1$ sein sollte,

$$10)\quad t : t_1 = l^2 : l_1^2.$$

Aus den vorstehenden Gleichungen lassen sich aber folgende wichtige Gesetze zusammenstellen:

a. Die Ladungen verhalten sich wie die Sinus der halben Ausschlagswinkel.

b. Wenn die Verhältnisse zwischen dem Durchmesser der Guttaperchahülle und dem des Kupferdrahtes gleich sind, so sind die Ladungen nur von der Länge der Kabelleitungen und der Zahl der Elemente in den Batterien abhängig, und zwar verhalten sie sich nach 4) wie die Produkte aus der Kabellänge und der Elementenzahl.

c. Ist das Verhältniss der Durchmesser von Guttapercha und Kupferdraht bei beiden Kabeln dasselbe, und sind auch die Batterien gleich, so verhalten sich nach 5) die Ladungen wie die nicht gleichen Kabellängen.

d. Ist das Verhältniss der Durchmesser von Guttapercha und Kupferdraht bei beiden Kabeln dasselbe, und sind auch die Kabellängen gleich, so verhalten sich nach 6) die Ladungen wie die Zahl der Elemente der ungleichen Batterien.

e. Die Ladungszeiten sind unabhängig von den Batterien, weil letztere in den Bestimmungsgleichungen 7)—10) nicht vorkommen.

f. Ist das Verhältniss der Durchmesser von Guttapercha und Kupferdraht dasselbe, so sind die Ladungszeiten nur von der Länge

der Leitung und der Dicke des Kupferdrahts abhängig, und zwar verhalten sie sich nach 8) wie die Quadrate der Quotienten aus Länge der Leitung durch den Halbmesser des Kupferdrahtes.

g. Ist das Verhältniss der Durchmesser von Guttapercha und Kupferdraht in beiden Kabeln dasselbe, und sind auch die Längen gleich, so verhalten sich nach 9) die Ladungszeiten umgekehrt wie die Quadrate der Halbmesser der benutzten Kupferdrähte.

h. Ist das Verhältniss der Durchmesser von Guttapercha und Kupferdraht in beiden Kabeln dasselbe und sind auch die Kupferdrähte in beiden Kabeln gleich stark, so verhalten sich nach 10) die Ladungszeiten gerade wie die Quadrate der Kabellängen.

Mit Hülfe dieser Sätze ist es leicht, aus der gemessenen Ladung und Verzögerung eines unterseeischen Drahtes die Grösse der Ladung und Verzögerung eines andern abzuleiten.

Für die Berechnung der Geschwindigkeit, mit welcher telegraphische Zeichen durch eine bestimmte Linie gegeben werden können, tritt aber noch eine andere Bedingung ein: Die Bildung elektrischer Ladungswellen im Kabeldraht, welche Faraday zuerst beobachtet hat. Wie aus dem Früheren hervorgeht, geht die Ladung des ganzen Drahtes dem Auftreten des Stromes in dem am entfernten Ende der Leitung aufgestellten Mess- oder telegraphischen Instrumente voraus.

Unterbricht man aber die Verbindung des freien Poles einer zur Erde abgeleiteten Batterie mit dem Drahte, bevor der Strom am Ende der Leitung begonnen hat, so verbreitet sich die bisher im Drahte angesammelte ruhende Elektricität über den ganzen Draht und der Strom beginnt im Messinstrumente nach einiger Zeit, obschon die Batterie nicht mehr wirksam ist.

Kehrt man die Batterie um, anstatt sie zu unterbrechen, so wird der der Batterie zunächst liegende Theil der Leitung mit entgegengesetzter Elektricität geladen.

Die in den entfernten Drahttheilen noch von der vorhergehenden Ladung befindliche Elektricität fliesst nach beiden Seiten hin ab, also theils durch das Instrument, theils vereinigt sie sich mit der von der Batterie her nachfolgenden, entgegengesetzten Elektricität. Es bildet sich also gleichsam eine elektrische Welle, welche von der nachfolgenden, entgegengesetzten nach und nach verzehrt wird, dabei aber dem Ende zu sich bewegt.

Auf diese Weise kann im Drahte durch schnellen Batteriewechsel eine beliebige Zahl fortschreitender Wellen gebildet werden, welche die am Ende eingeschalteten telegraphischen Instrumente in Bewegung setzen, falls sie noch hinlänglich kräftig sind, wenn sie das Ende der Leitung erreichen.

Sind die einander folgenden Ströme alle von gleicher Stärke und

Dauer, so kann man bei langen Leitungen eine beträchtliche Anzahl solcher Wellen benutzen. Wenn aber lange und kurze Strömungen sich abwechseln, so werden die kurzen Wellen von den vorhergehenden und nachfolgenden leicht gänzlich, oder wenigstens über das praktisch brauchbare Maass hinaus, verzehrt.

Der Submarin-Schlüssel.

Der Submarin-Schlüssel dient dazu, Depeschen fortzugeben. Der bisherige, in Figur 76 schematisch dargestellte Schlüssel bestand aus einem kleinen, bei *1* drehbaren Hebel *D*, welcher für gewöhnlich durch eine Feder auf den Kontakt *2* — den Ruhekontakt — gedrückt war. In dieser Lage war dann die Leitung *L* mit dem Relais *G* und der Erde *E* in Verbindung. Drückte man aber den Hebel *D* nieder, so wurde zuerst die Relaisverbindung bei *2* unterbrochen und dann durch den Kontakt *3* — den Arbeitskontakt — an Stelle des Relais die Batterie (+ *K*) eingeschaltet. Ein kurzer Druck des Schlüssels gab auf der anderen Station einen Punkt, ein langer Druck dagegen einen Strich. Die Schriftzeichen waren sonach aus Punkten und Strichen zusammengesetzt.

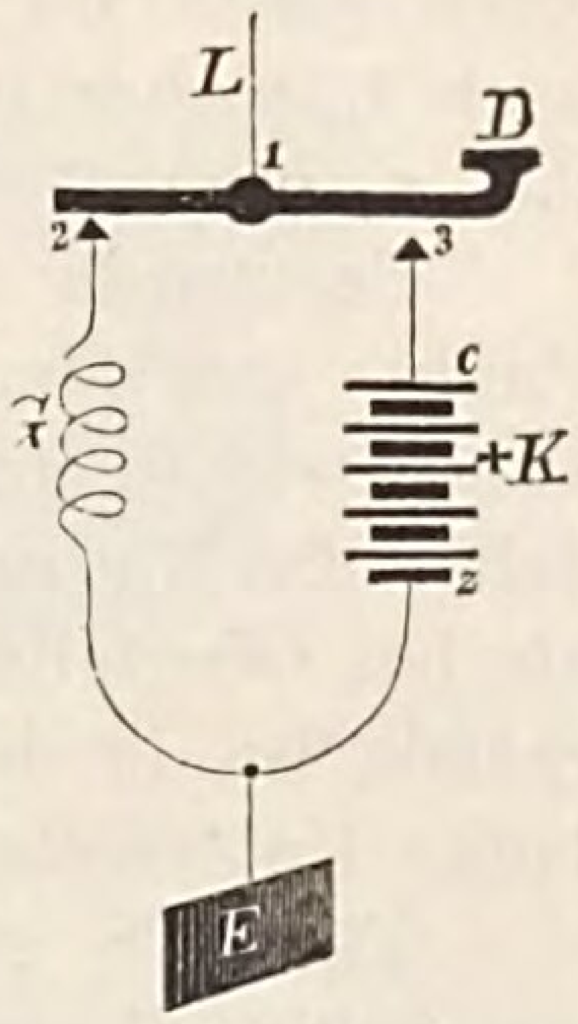


Fig. 76.

Hat man nun unterirdische Leitungen, so wird durch das Einschalten der Batterie zugleich auch das Kabel geladen. Stellt man also, nachdem zuvor der Schlüssel niedergedrückt gewesen, jetzt die Verbindung bei *2* wieder her, so muss der Entladungsstrom seinen Weg durch das Relais nehmen, was in Rücksicht auf das sichere, gleichmässige Arbeiten des Relais, wie auf das Weitertragungsprincip durchaus zu vermeiden ist.

Welche Bedingungen nun der von Siemens & Halske konstruirte Submarin-Schlüssel erfüllt, ist aus dem Schema der Figur 77 zu ersehen. Ist die Leitung *L* mit dem Punkte s_1 in Berührung, so ist das Relais *G* zum Empfangen von Depeschen eingeschaltet; ist dagegen die Leitung mit dem Punkte s_2 in Berührung, so ist der Schlüssel *D* zum Fortgeben einer Depesche eingeschaltet und das Relais ist den Entladungsströmen gänzlich entrückt. Drückt man in dieser Lage den Schlüssel auf den Kontakt *3*, so geht ein positiver Strom aus

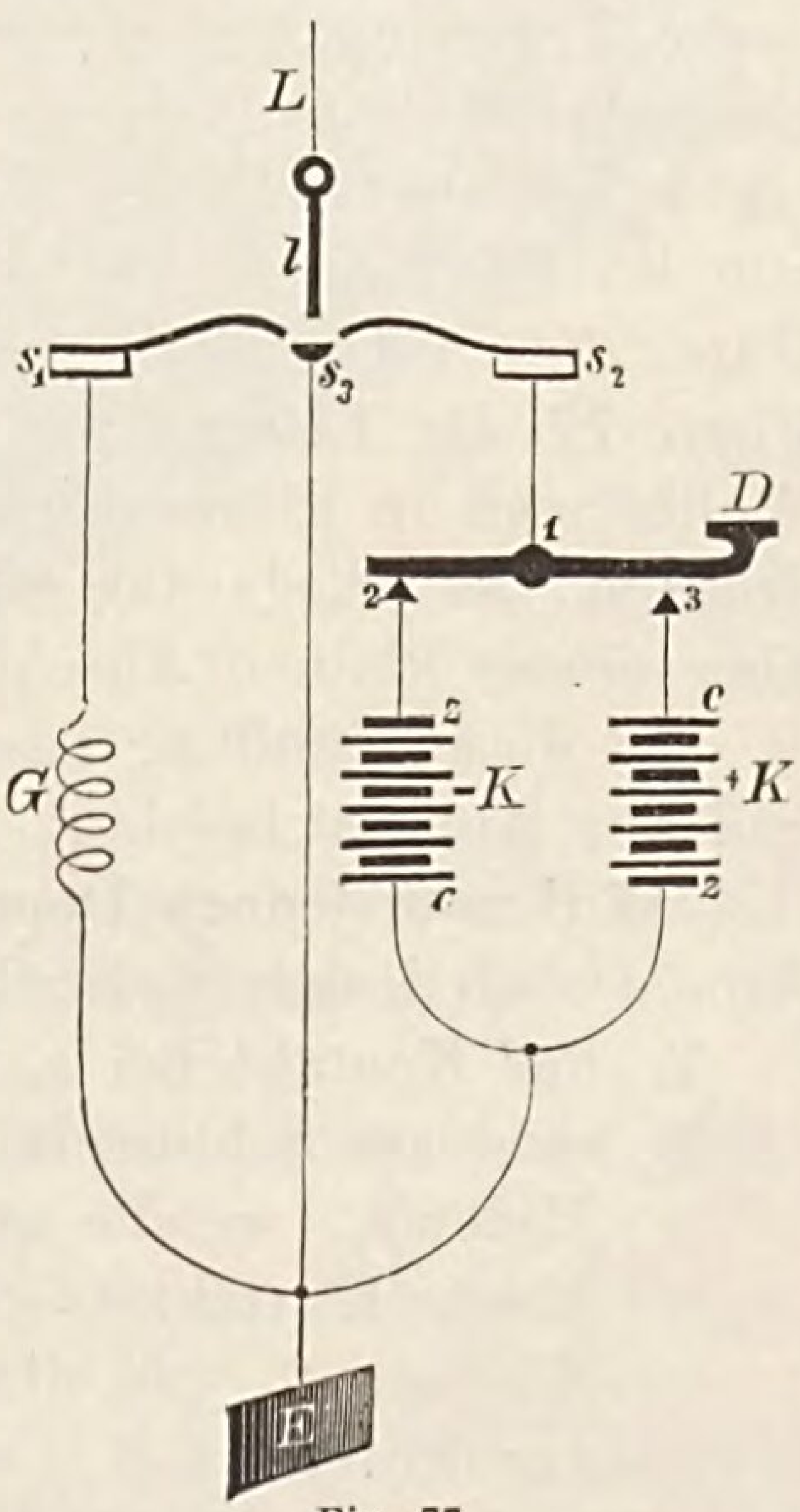


Fig. 77.

der Batterie $(+K)$ — der Arbeitsbatterie — in die Leitung, liegt dagegen der Schlüssel auf dem Kontakte *2*, so geht ein negativer Strom der Batterie $(-K)$ — der Gegenbatterie — in die Leitung.

Man hat also dieselbe Anordnung, welche bereits durch Figur 76 erläutert wurde, und dadurch den Vortheil, dass beim Fortgeben von Depeschen nicht nur entgegengesetzt gerichtete galvanische, sondern zu gleicher Zeit auch ebenso gerichtete Entladungsströme benutzt werden. Um aber schliesslich bei Herstellung der Verbindung mit s_1 nicht die letzte Entladung durch das Relais G zu leiten, so wird auf dem Wege nach s_1 vorher noch der mit der Erde in Verbindung stehende Kontakt s_3 berührt und dadurch die Ladung direkt zur Erde abgeleitet.

Es wurde früher erwähnt, dass bei langen Unterseelinien die Punkte vor oder hinter Strichen und besonders die Punkte zwischen zwei Strichen häufig nicht zum Vorschein kommen. Es ergiebt sich daher die Nothwendigkeit, in diesem Falle so gelegene Punkte länger, als bei Oberleitungen üblich, zu machen, in welchem Falle man im Stande ist, in doppelter Geschwindigkeit, als dies sonst möglich, durch lange Unterseeleitungen zu sprechen.

Figur 78 giebt eine von vorn gesehene, perspektivische Ansicht des Schlüssels. Das Lager b b, worin der Schlüssel c liegt, ist horizontal um die Achse b_1 drehbar; es ist dauernd mit der Klemme *1*, welche zur Aufnahme des Leitungsdrahtes bestimmt ist, und mit der davor liegenden Feder i verbunden, ausserdem wird im Stande der Ruhe der Schlüsselkörper mit Hülfe einer Feder stets gegen den Kontakt s_1 gepresst. Dieser Kontakt s_1 steht aber in leitender Verbindung mit der Klemme *4*, und diese wieder mit dem Relais und der Erde. Unter diesen Umständen ist also die Schaltung genau so, wie wenn in Figur 77 die Leitung mit dem Punkte s_1 in Berührung gebracht war. Wollte man in dieser Ruhestellung den Knopf d des Schlüssels niederdrücken, so würde das nicht möglich sein, weil der Hebel c gerade über einem kleinen Anschlage g_1 liegt, welcher auf der Platte g sitzt.

In dieser Stellung des Schlüssels ist also das Relais eingeschaltet und der Apparat befähigt, Depeschen von ausserhalb zu empfangen.

Will man jedoch Depeschen fortgeben, so drückt man zuerst den Arm c nach links; dadurch wird:

1. der Kontakt bei s_1 unterbrochen, d. h. das Relais ausgeschaltet;
2. zwei am Schlüsselkörper befindliche isolirte Knöpfe drücken die Feder s_2, welche an der Platte k sitzt, gegen den Kontakt m; dieser Kontakt m steht aber in leitender Verbindung mit der Klemme *2*, und diese wieder mit der Gegenbatterie $(-K)$ und der Erde.

Es wird also durch Drehung des Schlüssels nach links das Relais ausgeschaltet und die Gegenbatterie eingeschaltet.

Drückt man jetzt aber den Schlüssel nieder, so verlässt er den oberen Kontakt und geht auf den unteren Kontakt *n*, d. h. die Gegenbatterie (— *K*) wird unterbrochen und die Arbeitsbatterie (+ *K*) geschlossen.

Man hat also denselben Fall, als ob im Schema Figur 77 die Leitung *L* mit dem Punkte s_2 verbunden wäre und dann der Schlüssel *D* gedrückt würde.

Um aber schliesslich nach dem Loslassen des Schlüssels auch noch den Leitungsdraht zu entladen, streift beim Zurückgehen gegen den Kontakt s_1 eine am Schlüssel befindliche Spitze noch gegen eine

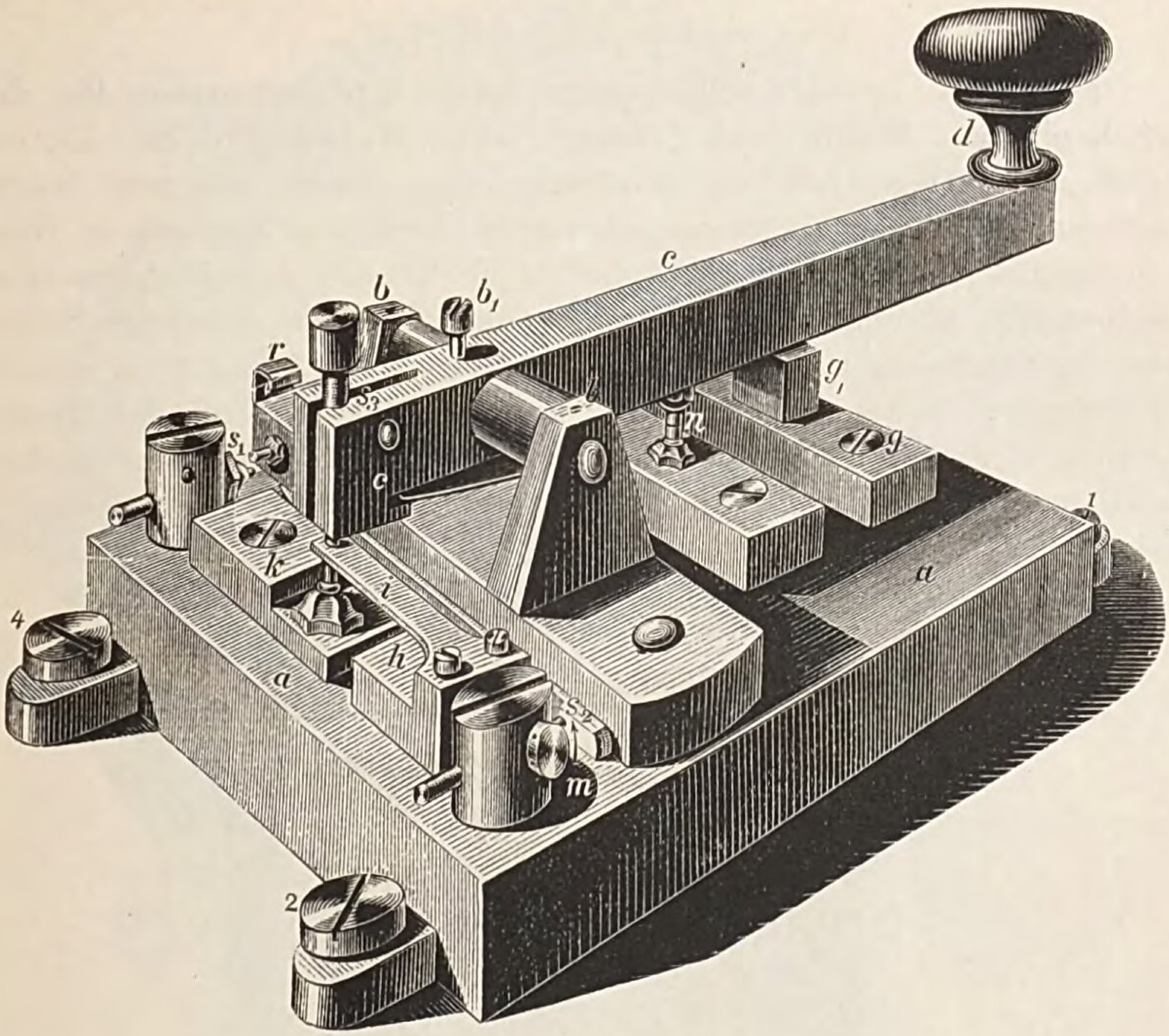


Fig. 78.

Feder s_3, welche durch die in der Figur verdeckte Klemme 5 mit der Erde leitend verbunden ist (vgl. das Schema des Schlüssels in Fig. 89, S. 153).

Aus Figur 78 ist namentlich das Spiel der Feder *i* und deren Beziehung zum vorderen Kontakte zu ersehen.

Als Regel beim Arbeiten mit diesem Submarin-Schlüssel ist zu beachten:

1. dass man niemals unmittelbar vor dem Schlüssel, sondern stets etwa 2 Fuss links seitwärts von demselben stehen muss, weil bei dieser Stellung der Telegraphirende von selbst den Hebel

des Schlüssels nach links zieht, die Finger also durch den Druck der Feder nicht leicht ermüden;

2. dass der Schlüssel auch sicher nach oben zurückgedrückt werden muss, damit auch die Gegenbatterie sicher wirke und
3. dass dies Hochdrücken auch nicht vergessen werden darf, wenn man schliesslich nach Beendigung des Arbeitens den Schlüssel loslassen will, um von der anderen Station Schrift zu empfangen.
4. Korrekturen an der Hubhöhe des Schlüssels sind gänzlich zu unterlassen, weil leicht eine Unterbrechung zum Relais die Folge sein kann.

Das polarisirte Relais.

Das Relais ist ein sehr empfindliches Hülfsinstrument für den Schreibapparat. Wollte man letzteren ohne Weiteres in die Leitung schalten, um Depeschen zu empfangen, so würde bei sehr langen Leitungen zu schwacher Strom ankommen, um den Apparat in Gang zu bringen. Anders stellt sich das beim Relais; der Elektromagnet desselben ist so empfindlich, dass ausserordentlich schwache Ströme schon im Stande sind, den Anker desselben zum Anzuge zu bringen. Geschieht dies aber, so wird dadurch zugleich ein lokaler Kreis geschlossen, in welchem dann durch eine kräftige Lokalbatterie der eingeschaltete Schreibapparat mit Leichtigkeit in Thätigkeit gesetzt werden kann.

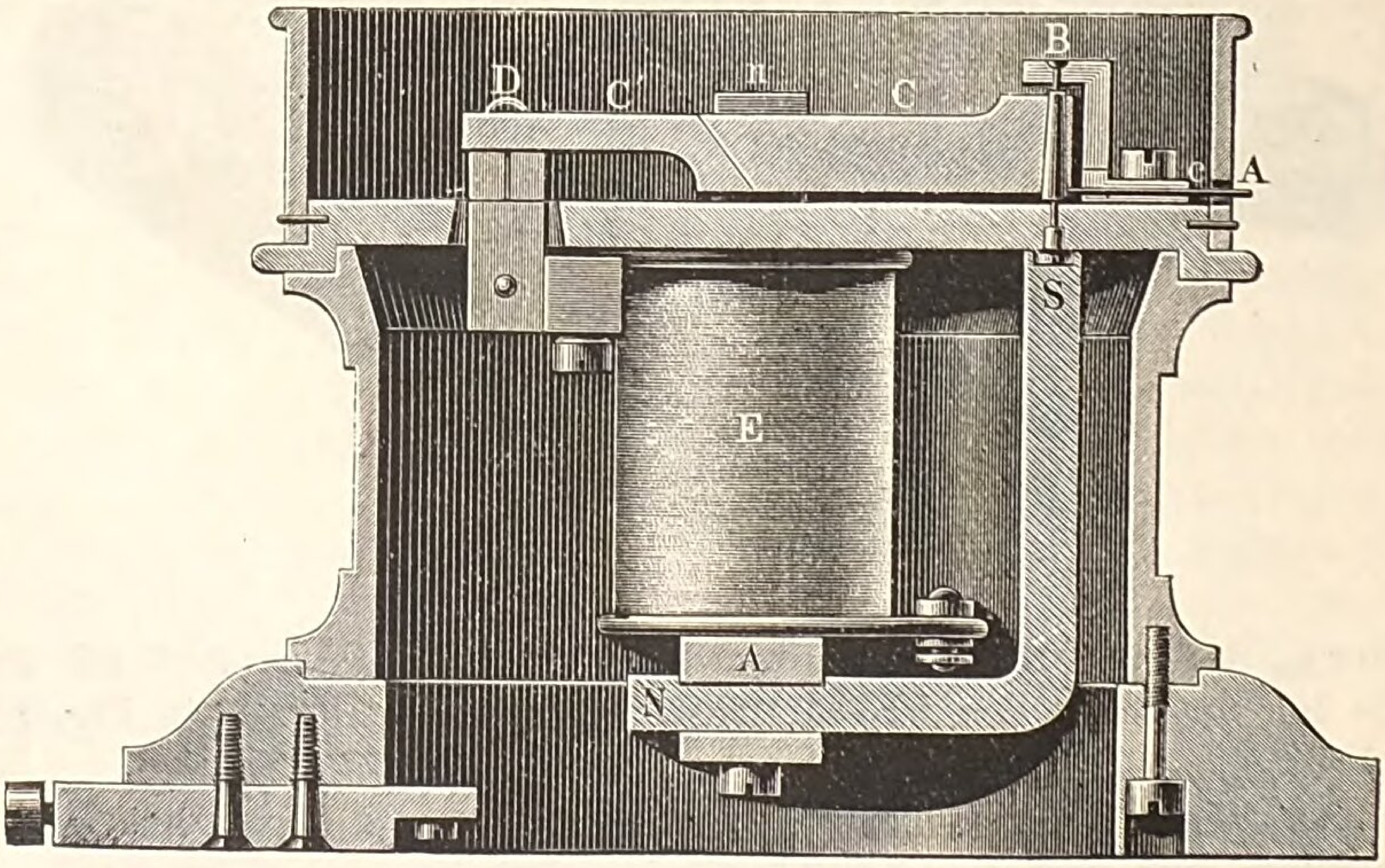


Fig. 79.

Die von Siemens & Halske konstruirten Relais unterscheiden sich von den bisher gebräuchlichen sehr wesentlich. Figur 79 zeigt den Durchschnitt, Figur 80 die obere Ansicht des Instrumentes.

Der senkrecht stehende Elektromagnet E hat zwei Schenkel,

welche durch den Verbindungsanker *A* wie gewöhnlich verbunden sind. Der Umwindungsdraht dieser Elektromagnete endet in den Klemmen *1* und *2*. An den Verbindungsanker ist der winkelförmig nach oben gebogene Stahlmagnet *N S* verschraubt. *N* ist der Nordpol desselben. Der Stahlmagnet macht somit auch den Verbindungsanker *A* sowie die beiden Schenkel und Pole des Elektromagneten *E* nordpolarisch. Auf

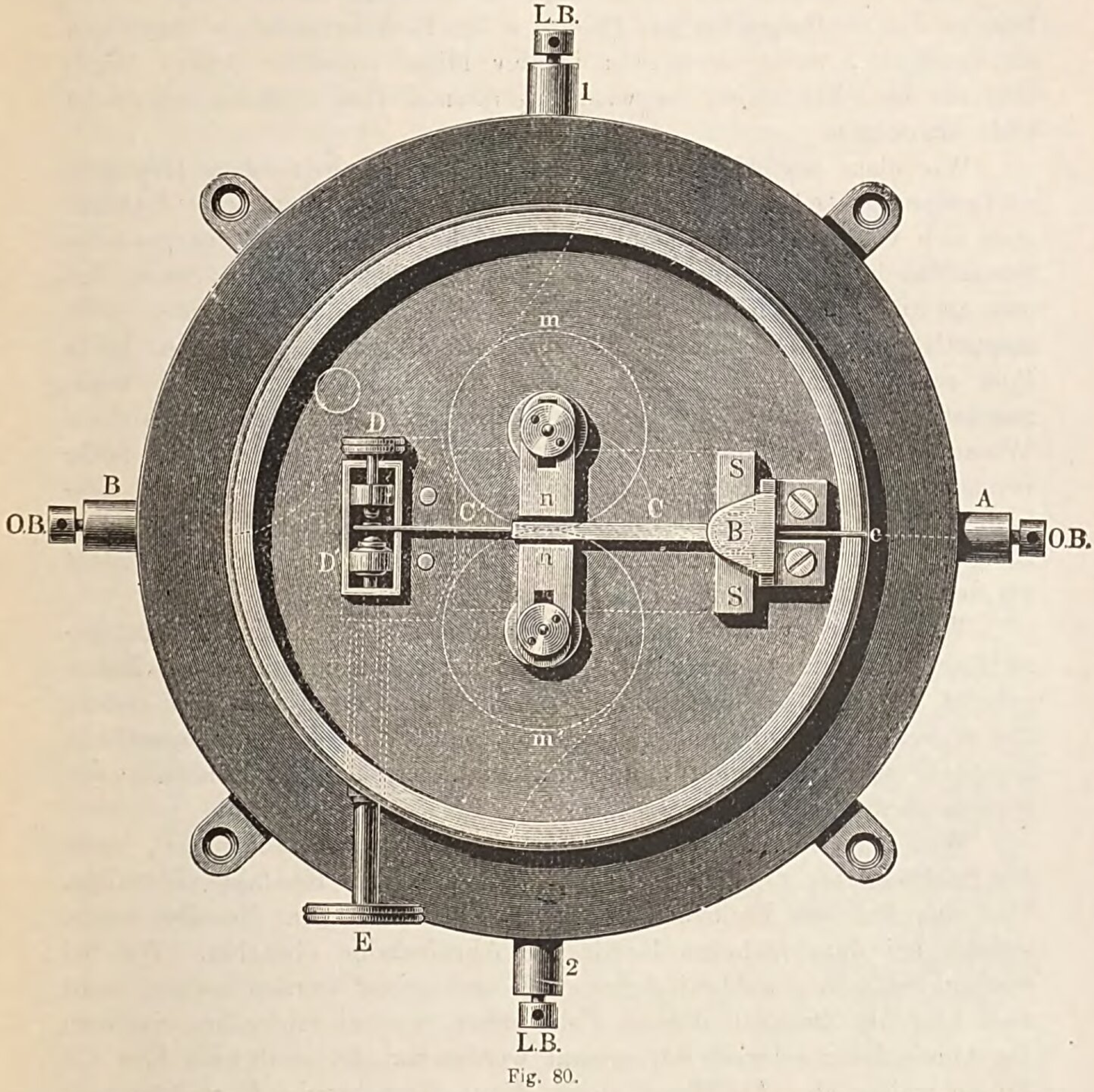


Fig. 80.

dem Südpol *S* des Stahlmagneten ist unter dem Lager *B* die dadurch ebenfalls südmagnetisch gewordene eiserne Zunge *C* so angebracht, dass sie sich zwischen den beiden nordmagnetischen Polen *n n* des Elektromagneten leicht bewegen kann. Diese Bewegung wird durch die Schraubenspitzen *D* und *D'* begrenzt; dreht man die Schraube *D* von rechts nach links, so wird der Spielraum der Bewegung grösser,

umgekehrt aber kleiner. Die Schraube *D* dient als Kontaktschraube; schlägt die Zunge *C* gegen sie, so wird dadurch der Lokalkreis, in welchem der Schreibapparat und die Lokalbatterie liegen, geschlossen. Die Schraube *D'* hat eine Steinspitze; liegt die Zunge *C* an dieser, so ist der Lokalkreis unterbrochen. *A* und *B* sind die Klemmen des letzteren Kreises.

Aus dem Mitgetheilten folgt, dass die südmagnetische Zunge *C* von keinem der nordmagnetischen Pole *n n* des Elektromagneten angezogen werden kann, wenn sie gerade in der Mitte zwischen beiden liegt; thut sie das aber nicht, so wird sie allemal vom zunächst gelegenen Pole angezogen.

Wie oben beschrieben, werden beim Fortgeben einer Depesche entgegengesetzt gerichtete galvanische Ströme benutzt. — Denkt man sich vorerst den Schlüssel niedergedrückt, so strömt ein positiver Strom durch die Leitung und das Relais. Dieser positive Strom hat nun an und für sich das Bestreben, den einen der Pole *n n* nordmagnetisch und den anderen südmagnetisch zu machen. Da aber beide Pole schon vorher durch Einwirkung des Stahlmagneten *N S* nordmagnetisch waren, so wird durch Hinzufügung der galvanischen Wirkung der Nordmagnetismus des einen Poles *n* nur noch mehr verstärkt, der Nordmagnetismus des anderen aber geschwächt und deshalb wird der erstere Pol *n* die Zunge *C* vorwiegend anziehen. Die Zunge *C* wird also an den Kontakt *D* und zwar so lange gelegt werden, als der Schlüssel niedergedrückt ist.

Wird aber durch Hebung des Schlüssels der entgegengesetzt gerichtete Strom der Gegenbatterie durch den Elektromagneten des Relais geleitet, so tritt das umgekehrte Verhältniss ein: dann wird der andere Pol *n* vorwiegend nordmagnetisch und zieht nun die südmagnetische Zunge *C* so lange gegen den Steinkontakt *D'*, bis der Schlüssel von Neuem niedergedrückt wird.

Will man ohne Gegenbatterie arbeiten, so muss die Zunge *C*, wenn der Schlüssel nicht gedrückt ist, an dem isolirten Kontakte *D'* ruhen. Der eine Pol des Elektromagneten vertritt also dann dieselbe Stelle, welche bei dem früheren Relais die Abreissfeder einnahm. Wo bei starken Strömen die Abreissfeder stark angespannt werden musste, stellt man hier die Zunge *C* diesem Pole näher, wo bei schwachen Strömen die Abreissfeder schwach angespannt werden musste, stellt man hier die Zunge weiter ab. Als Mittel hierzu dient die Schraube *E*, welche man im ersteren Falle von links nach rechts und im letzteren Falle von rechts nach links dreht. Die hintere Verlängerung *c* der Zunge dient nur dazu, um letztere auch mit der Hand bewegen zu können, was für die Kontrole und Regulirung des Relais von praktischer Wichtigkeit ist.

Der Stromwender.

Sollte der galvanische Strom das Relais in entgegengesetzter Richtung, als oben für den richtigen Gang angenommen wurde, umkreisen, so würde bei Benutzung von nur einer Batterie derjenige Pol n, welcher im Stande der Ruhe die Zunge schon überwiegend anzog, diese dann nur noch kräftiger anziehen; ein Bestreben zur Bewegung der Zunge zum anderen Pole n wäre also trotz der Stromwirkung in diesem Falle nicht möglich. Wendete man aber zwei Batterien an, so würde beim Niederdrücken des Schlüssels die Zunge an den Steinkontakt und beim Hochdrücken an den Schlusskontakt gehen, man würde also Schrift erhalten, wo Zwischenräume sein sollten.

Im einen Falle erhielte man somit gar keine, im anderen Falle aber sogenannte verkehrte Schrift.

Um solchen Zufälligkeiten zu begegnen, ist vor das Relais ein Stromwender (Gyrotrop) gesetzt, mit dessen Hülfe durch Drehung einer Kurbel der Strom so geleitet werden kann, dass sofort eine richtige Anziehung der Zunge erfolgen muss.

Der Stromwender ist in Figur 81 in Ober- und Seitenansicht dargestellt. Oberhalb des Grundbrettes a sieht man nur die Kurbel d mit dem Griff am Ende, und auf der letzteren die Stahlfeder b_1. — e e sind zwei Anschläge zur Begrenzung der Kurbelbewegung; sie sind bezeichnet mit *1* und *2*. Wenn die Kurbel gegen diese Anschläge kommt, so schnappt der Stift h in das Loch g und legt dadurch die Kurbel fest. Will man die Kurbel später gegen den anderen Anschlag e legen, so muss man zuvor die Feder b_1 heben, damit auch der Stift h aus dem Loche g gehoben wird.

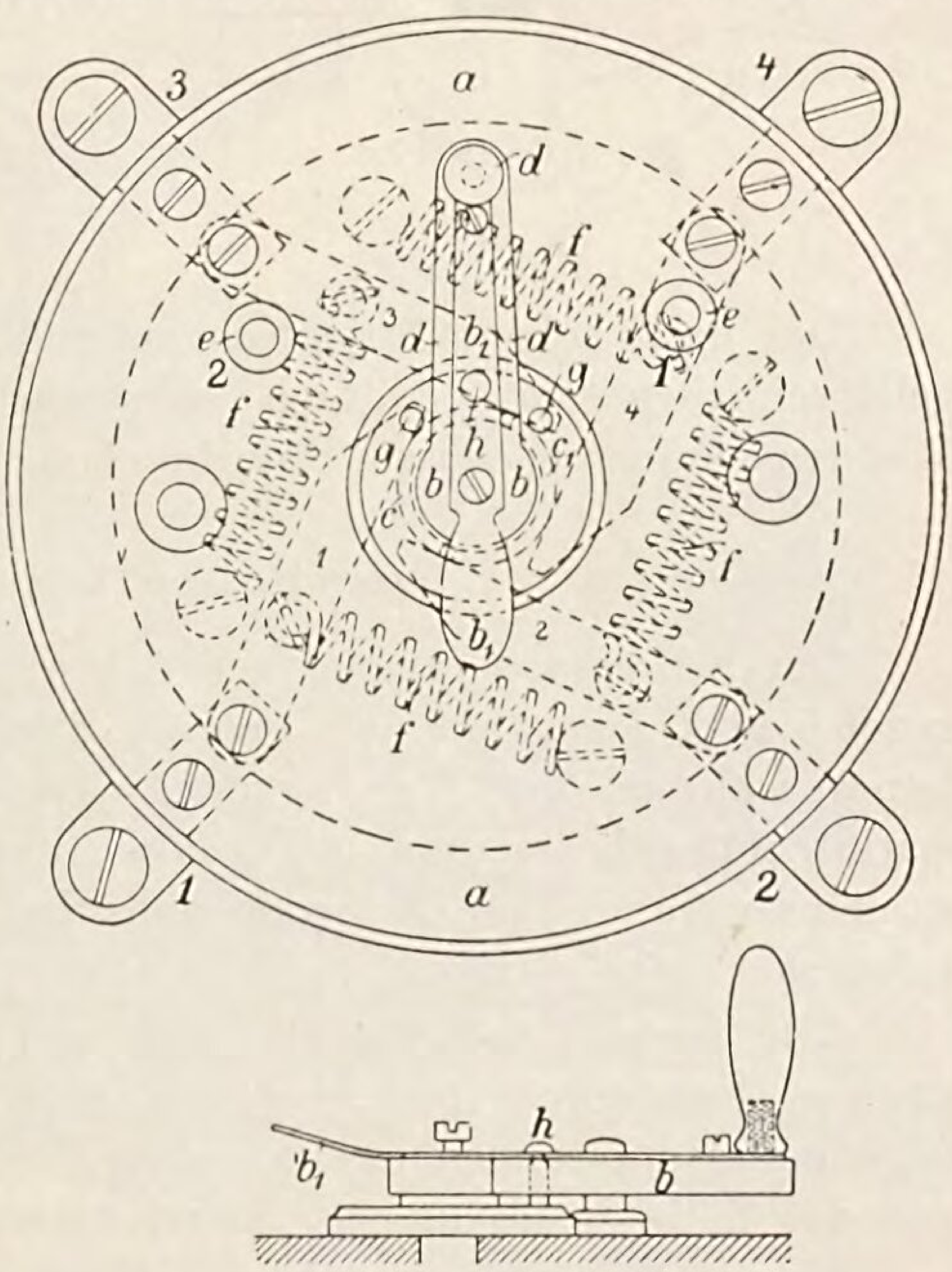


Fig. 81.

Die Kommutations-Vorrichtung liegt unter dem Brette a. Sie besteht aus vier Kontaktstücken *1*—*4*, von denen allemal je zwei mittelst Federn f f gegen zwei metallische Bogen c_1, c schleifen. Die beiden Metallbogen sitzen an einer aus Horngummi bestehenden, also isolirenden Scheibe b, welche

zugleich mit den beiden Metallbogen durch die oben auf dem Brette sitzende Kurbel *d* bewegt wird.

Angenommen, das Relais sei zwischen die Klemmen *2* und *3* geschaltet, die Leitung an Klemme *1* und die Erde an Klemme *4*, so würde bei Stellung *2* der Metallbogen c_1 die Klemmen *3* und *4*, und *c* die Klemmen *1* und *2* verbinden, also der ankommende Strom den Weg (Figur 82):

$$L . 1 . c . 2 . (1 . R . 2) . 3 . c_1 . 4 . E$$

nehmen. Bei Stellung *1* dagegen wird der Metallbogen *c* die Klemmen *3* und *1*, und c_1 die Klemmen *2* und *4* verbinden, also der ankommende Strom den Weg (Figur 83):

$$L . 1 . c . 3 . (2 . R . 1) . 2 . c_1 . 4 . E$$

nehmen; im ersteren Falle würde der Strom also rechts bei *1*, im letzteren Falle aber links bei *2* in das Relais eintreten, was eben bezweckt werden sollte.

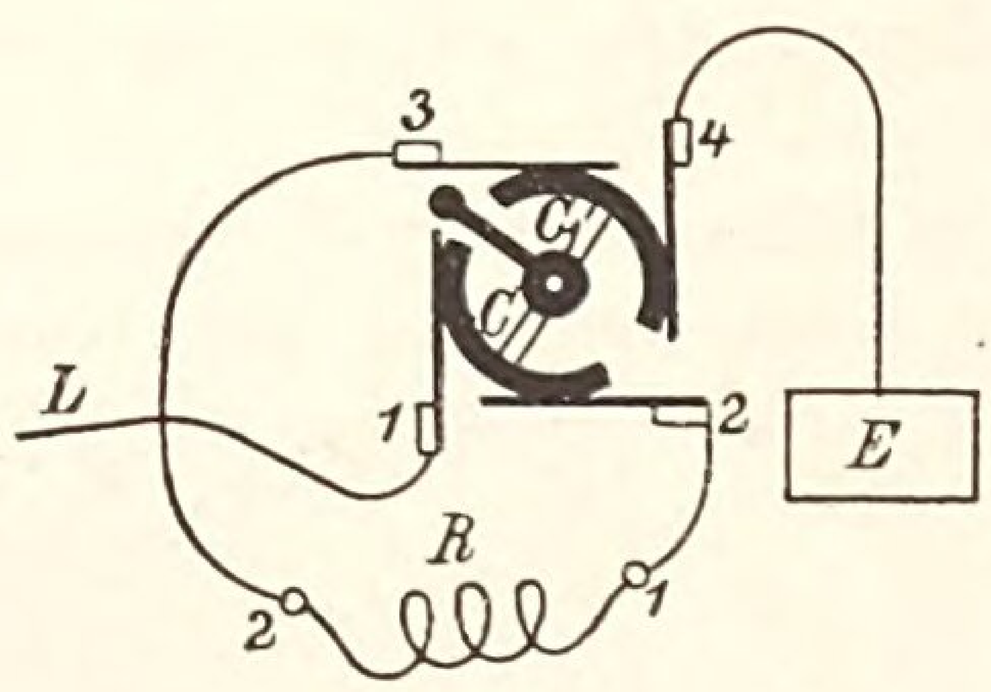


Fig. 82.

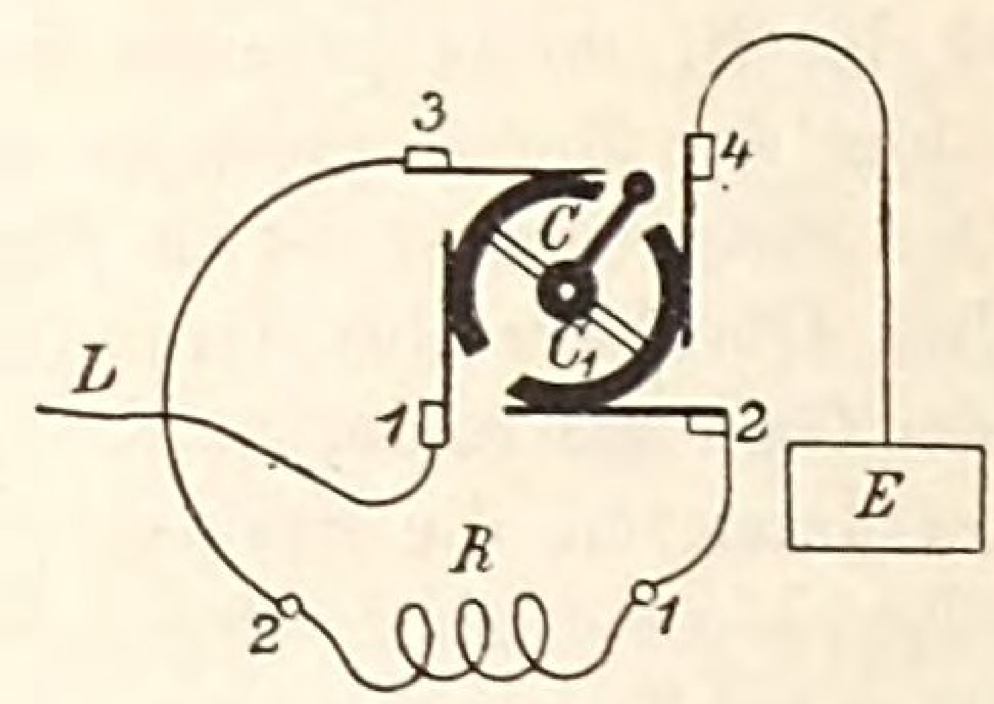


Fig. 83.

Der beschriebene Stromwender unterscheidet sich von den sonst gebräuchlichen aber dadurch sehr vortheilhaft, dass während des Wendens keine merkbare Unterbrechung der Leitung stattfinden kann.

Der Schreibapparat.

Der Schreibapparat soll vor Allem die durch den Schlüssel fortgegebenen Zeichen auf der anderen Station lesbar darstellen; er soll ferner während der Weitertragung (Translation) die Stelle des Submarin-Schlüssels vertreten und endlich das zum Durchziehen des Papierstreifens erforderliche Laufwerk selbstthätig in Gang setzen und wieder anhalten.

Alle diese Zwecke erfüllt der von Siemens & Halske konstruirte sogenannte polarisirte Schwarzschreiber, der aus folgenden Haupttheilen besteht: dem Laufwerk, dem Schreibmagneten und der Selbstauslösung mit Kommutator.

Figur 84 zeigt die vordere, Figur 85 dagegen die hintere, aber mehr von oben gesehene Ansicht dieses Apparates.

Das Laufwerk.

Das Laufwerk liegt im Innern des Apparates. Nur ein Theil desselben ist in Figur 85 (S. 147) zu sehen.

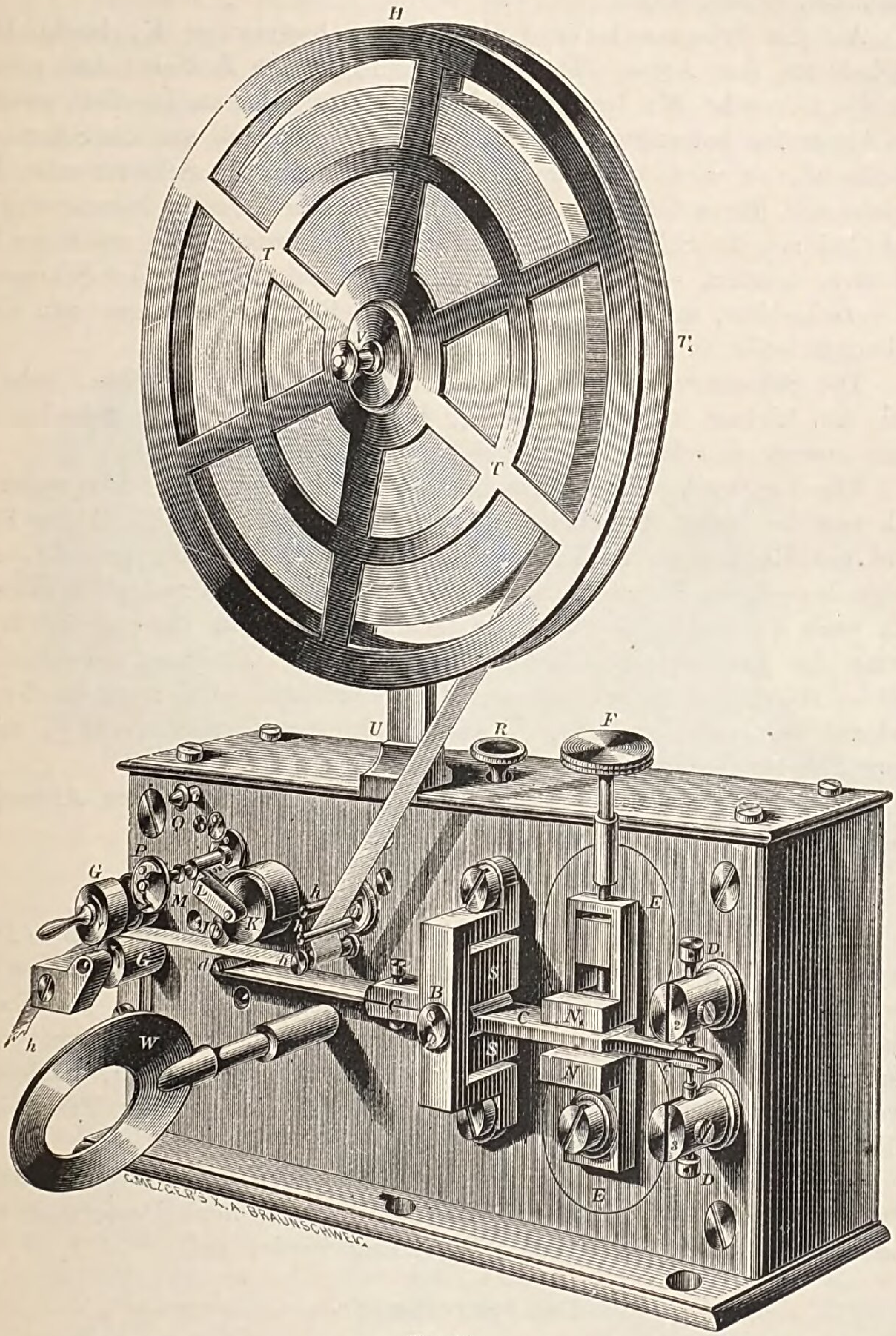


Fig. 84.

Der Zweck des Laufwerks ist: die Friktionswalze *G* und die Schwärz-

scheibe J in drehende Bewegung zu versetzen. Dreht sich die Rolle G, so wird dadurch auch die durch eine Feder angepresste Rolle G_1 mitgedreht und so ein zwischen beide Rollen gelegter Papierstreifen h allmählich durchgezogen.

Auf der Schwärzscheibe J liegt die Schwärzwalze K, leicht beweglich um ihre Achse. Das klauenförmige Lager L dieser Axe greift um die Schraube M; letztere endlich ist auf eine an der Seitenwand des Apparates befestigte Achse geschoben. Dreht sich nun die Schwärzscheibe J, so wird in Folge der Reibung auch die Schwärzwalze K, welche mit ihrem Gewichte auf der Schwärzscheibe ruht, herumgedreht und dadurch die Schneide der Schwärzscheibe fortwährend mit Schreibschwärze benetzt. — Die Schwärzwalze ist durch Drehung der Schraube M verschiebbar, um bisher unbenutzte Theile des Umfanges mit der Schwärzscheibe in Berührung bringen zu können.

Die Schwärzwalze kann von ihrer Axe abgezogen werden, sobald man den kleinen auf dem Kopf der Schraube M liegenden Schieber P nach aussen zu schiebt.

Das Laufwerk selbst unterscheidet sich im Uebrigen nicht wesentlich von den sonst üblichen Laufwerken. Die Trommel o (Figur 85) wird mit Hülfe einer im Innern liegenden starken Feder gedreht, in Folge dessen eine Kombination von Getrieben und Rädern und schliesslich auch die Rollen G und J in drehende Bewegung gesetzt werden. Damit das Laufwerk gleichmässig gehe, ist ein Windfang angebracht; soll es stillstehen, so schiebt man den Schieberknopf Q nach rechts, dadurch legt sich die Feder f_2 auf die kleine Elfenbeinwalze g_2 und hemmt dadurch das Laufwerk.

Will man das Laufwerk aufziehen, so dreht man den Aufziehschlüssel W nach links herum.

Die Papierführung.

Die Papierführung ist deutlich aus Figur 84 zu ersehen. Die Papierrolle T dreht sich auf einer an dem Ständer U befestigten Achse V. Zwischen den Wänden T und T_1 der Rolle liegt das Papier. Das Ende desselben wird zunächst zwischen den Stiften h, h, h, demnächst zwischen der Schreibfeder d und der Schwärzscheibe J, und endlich, nachdem die Friktionswalze G gehoben, auch zwischen den beiden Friktionsrollen hindurch geführt.

Ist neues Papier einzulegen, so schraubt man durch Drehung nach links die Wand T der Papierrolle ab, legt die neue Papierrolle ein und schraubt dann die Wand T vorsichtig wieder auf.

Der Schreibmagnet.

Der Schreibmagnet ist ebenso konstruirt, wie der des Relais. Die Schenkel E, E des Elektromagneten liegen hier horizontal. In Figur 85

ist der Anker A und der Nordpol N des Stahlmagneten, in Figur 84 der aufgebogene Südpol S des Stahlmagneten zu sehen. Hier sieht man auch die beiden Pole N und N_1 des Elektromagneten, welche durch Vertheilung nordmagnetisch geworden sind. Zwischen diesen Polen bewegt sich um die Achse B der Schreibhebel C; die Kontaktschrauben D und D_1 begrenzen diese Bewegung. Auf der anderen Seite ist an den Schreibhebel die Schreibfeder d gesetzt. Der Pol N_1 des Elektromagneten vertritt auch hier die Stelle der Abreissfeder; bei starken Strömen steht er dem Schreibhebel näher als bei schwachen. Die hierfür erforderliche Korrektur wird mit Hülfe der Schraube F ausgeführt, indem man dieselbe entsprechend rechts oder links her-

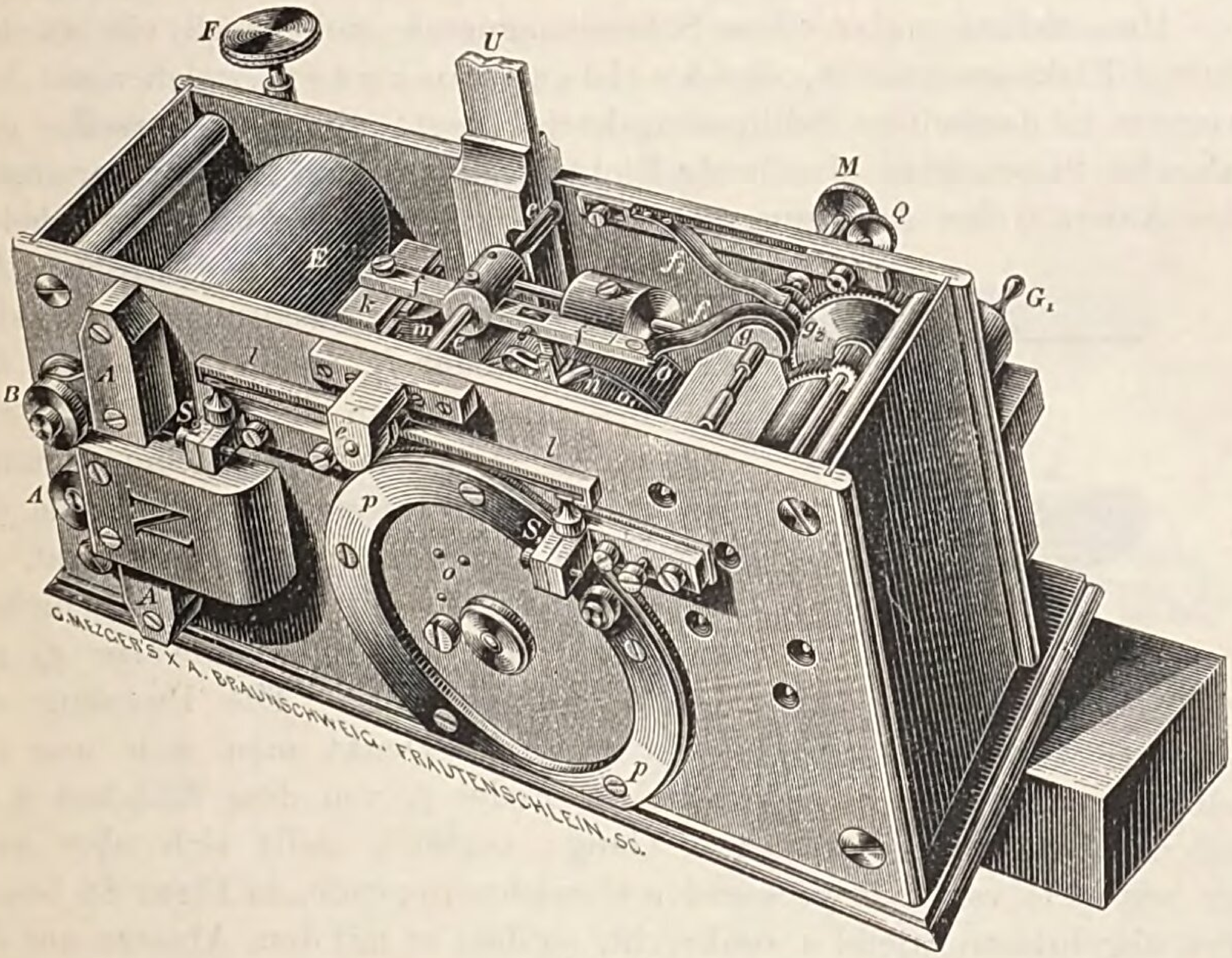


Fig. 85.

umdreht. Geht ein galvanischer Strom durch die Windungen des Schreibmagneten, so wird ebenfalls die Anziehungskraft des Poles N verstärkt, die des Poles N_1 dagegen geschwächt; der Schreibhebel bewegt sich also nach dem Pole N zu, die Schreibfeder d aber hebt sich und drückt den darüber liegenden Papierstreifen h gegen die mit Schreibschwärze befeuchtete Schwärzscheibe J.

Bewegt sich nun letztere nach Lösung des Laufwerkes, so wird auf dem Papierstreifen ein Punkt oder ein Strich entstehen, falls die Schreibfeder eine kürzere oder längere Zeit in Folge der Einwirkung des galvanischen Stromes gegen die Schwärzscheibe gedrückt wird.

Der Mechanismus der Schwarzschrift ist erst in neuerer Zeit mehr in Aufnahme gekommen. Bereits im Jahre 1854 arbeiteten auf der Centralstation in Wien Apparate mit schwarzer Schrift nach der Angabe des dasigen Ingenieur-Assistenten John. Das dort angewandte Verfahren ist auch bei dem vorhin beschriebenen Apparate im Wesentlichen nachgeahmt.

Die Selbstauslösung.

Der Mechanismus der Selbstauslösung hat den Zweck, das Laufwerk ohne Benutzung des Schieberknopfes Q, durch den Apparat selbst beim Beginn der Depesche zu lösen und nach Beendigung derselben anzuhalten. Das Nähere zeigt Fig. 85 in perspektivischer Ansicht.

Unmittelbar neben dem Schreibmagneten steht noch ein zweiter kleiner Elektromagnet m, der Auslösungsmagnet, welcher mit dem ersteren in demselben Schliessungskreise liegt; ein und derselbe galvanische Strom wird also beide Elektromagnete zum Anzuge vermögen. Der Anker k des Auslösungsmagneten sitzt an dem Auslösungshebel f, welcher sich um die Axe e dreht. Am anderen Ende des Auslösungshebels sitzt die Friktionsfeder f_1, welche im Stande der Ruhe — d. h. wenn der Anker k nicht angezogen ist — auf die kleine darunter liegende Elfenbeinwalze g drückt und dadurch das Laufwerk gerade so hemmt, als ob die Feder f_2 mit Hülfe des Schieberknopfes Q auf die Elfenbeinwalze g_2 gedrückt worden wäre. Die Pressung der Feder f_1 wird durch ein Gewicht regulirt. Denkt man sich nun den Anker k angezogen, so hebt sich die Feder f_1 von dem Rädchen g ab und das Laufwerk setzt sich in Gang; zugleich stellt sich aber auch der seitwärts von dem pressenden Gewichte liegende, in Figur 86 besonders abgebildete Stiefel n senkrecht, so dass er mit dem Absatze auf der darunter liegenden sich drehenden Trommel so lange tanzt, als das Depeschiren dauert. Hört letzteres aber auf, so wird auch der Stiefel in Folge der Reibung von der Trommel wieder seitwärts mitgenommen; in Folge dessen senkt sich aber die Friktionsfeder f_1 wieder auf die Walze g und das Laufwerk ist gehemmt. Drückt man den in Figur 84 sichtbaren, aus der oberen Platte hervorragenden Knopf R, so wird dadurch der Anker k auch niedergedrückt und das Laufwerk ebenfalls gelöst.

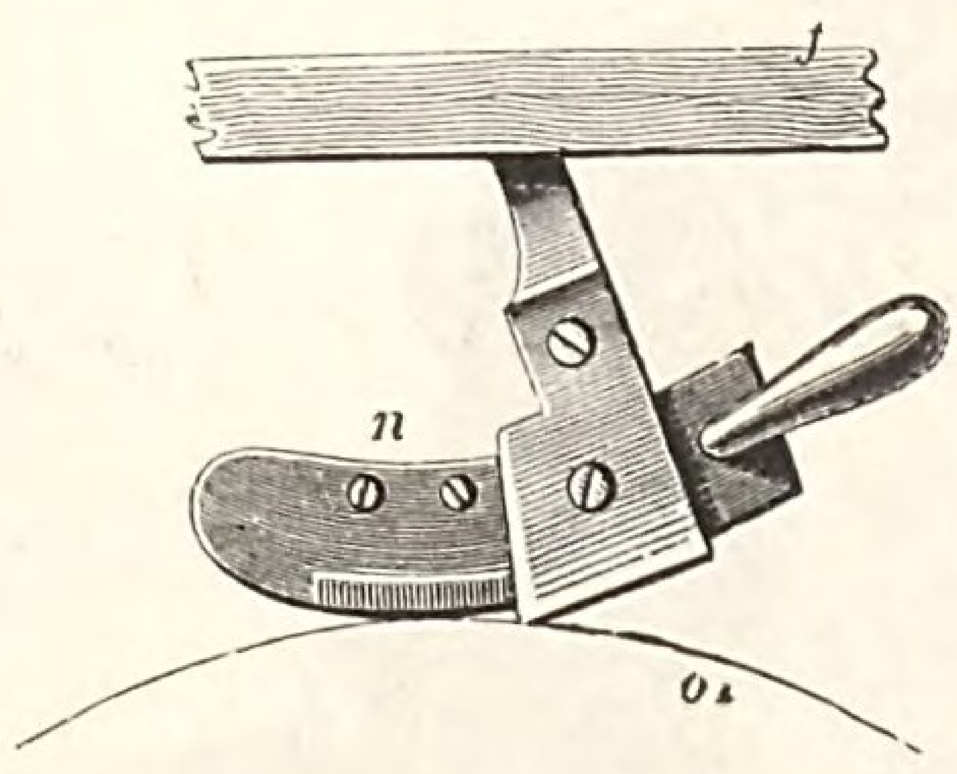


Fig. 86.

Die Weitertragung (Translation); der Schreibapparat als Submarin-Schlüssel.

Denkt man sich den Fall, dass eine Depesche nicht bloss bis zur nächsten, sondern über mehrere Stationen hinaus gegeben

werden müsste, so würde auf allen dazwischen liegenden Stationen der zweite Apparat die auf dem ersten Apparate empfangene Depesche weitergeben müssen, d. h. der Schlüssel des zweiten Apparates würde vom Telegraphisten ebenso oft und ebenso lange niedergedrückt werden müssen, als der Schreibhebel des Empfangsapparates durch den Strom angezogen wurde. Demnach kann auch der Schreibapparat zur Weitergabe von Depeschen benutzt werden, sobald man ihn an Stelle des Schlüssels in die weitergehende Leitung einschaltet und so einrichtet, dass er die in Figur 77 skizzirten Bedingungen des Submarin-Schlüssels sämmtlich erfüllt.

Dies Schema auf den Schreibhebel übertragen zeigt aber Figur 87. L_1 und L_2 sind die ankommenden und abgehenden Leitungen. Wird das Relais G_1 des Empfangsapparates zum Anzug gebracht, so wird auch die Lokalbatterie *I* geschlossen und der Schreibapparat H_1 zieht an, indem der Schreibhebel vom Anschlage *2* nach dem Anschlage *3* geht. An dem ersteren Anschlage liegt die Gegenbatterie, an dem zweiten die Arbeitsbatterie. Ist nun der Schreibhebel mit der abgehenden Leitung L_2 durch Stellung der Kurbel l auf s_2 verbunden, so

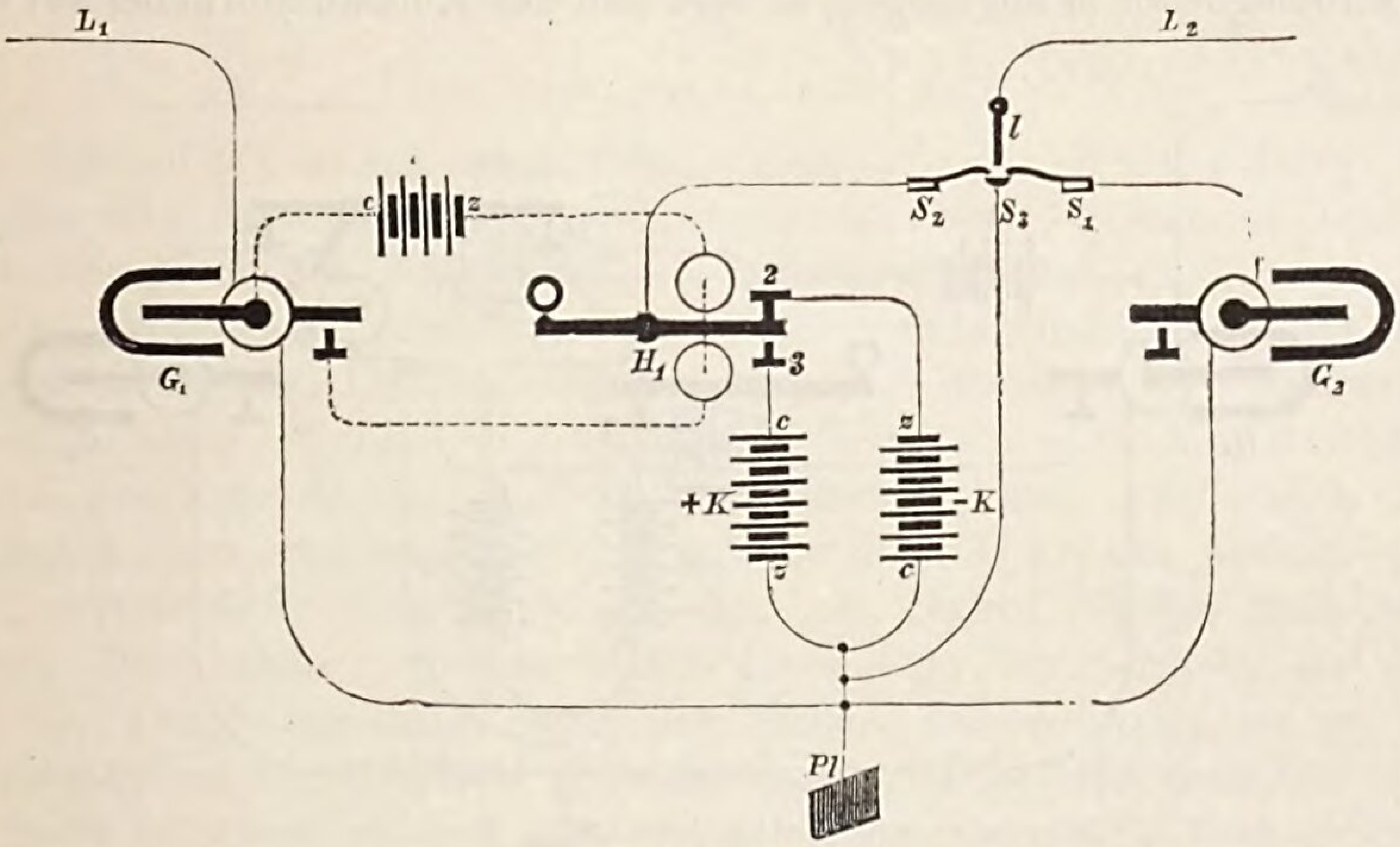


Fig. 87.

kreist, wenn der Schreibhebel H_1 an dem Anschlage *2* liegt, ein negativer Strom in die Leitung L_2 im Wege:

$(-K)$, *Pl*, Erde, Gegenapparat, L_2, l, s_2, H_1, 2, $(-K)$;

ist aber der Schreibhebel H_1 an den Anschlag 3 gezogen, so kreist ein positiver Strom in die Leitung L_2 im Wege:

$(+K)$, 3, H_1, s_2, l, L_2, Gegenapparat, Erde, *Pl*, $(+K)$.

Demnach wird der Schreibapparat alle Zeichen, welche er empfängt, ohne Weiteres selbstthätig an den Apparat der nächsten Station weiter geben. Da ferner die Leitung mit dem Punkte s_1 in keiner Berührung

ist, so werden auch die Entladungen nicht durch das Relais gehen können. Denkt man sich aber für den Empfang einer Depesche das Relais G_2 wieder eingeschaltet, indem man die Kurbel von s_2 nach s_1 bewegt, so streift die Kurbel l auf dem Wege dahin den Erdkontakt s_3 und es wird somit die Leitung entladen, bevor sie mit dem Relais in Berührung gekommen ist.

In Figur 87 wurde nur schematisch veranschaulicht, welche Bedingungen der Schreibapparat als Submarin-Schlüssel zu erfüllen hatte.

In Wirklichkeit würde das Umschalten mit der Kurbel l durch Menschenhand kaum zeitensprechend und mit einiger Sicherheit ausführbar sein.

Deshalb geschieht es bei dem von Siemens und Halske konstruirten Schreibapparate durch den Apparat selbst, ohne Zuthun des den Apparat Bedienenden. Auf der hinteren Seite des Apparates bewegt sich nämlich auf der Achse e, ausser dem im Innern liegenden Auslösungshebel f auch noch der Kommutatorhebel l (Figur 85). Im Stande der Ruhe liegt dieser Hebel auf der Kontaktschraube s_1, welche mit dem Relais in Verbindung steht; ist dagegen der Anker des kleinen Elektromagneten m angezogen, so legt sich der Kommutatorhebel auf die

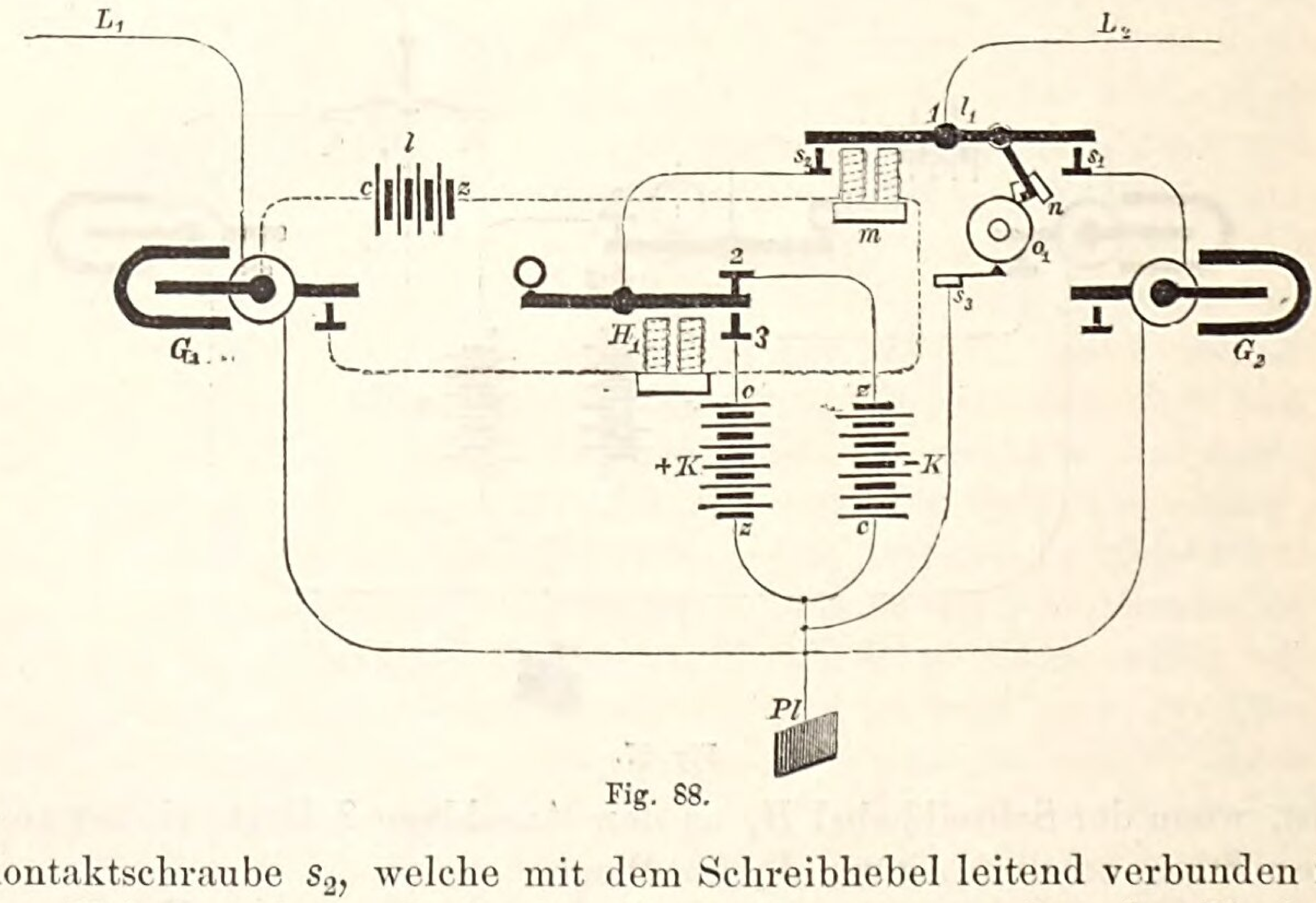


Fig. 88.

Kontaktschraube s_2, welche mit dem Schreibhebel leitend verbunden ist. Der Hebelarm l vermittelt also die Stellungen s_1 und s_2 der Kurbel l im Schema Figur 87, nicht aber die Stellung s_3 zur Entladung der Leitung; letztere wird durch den Stiefel n vermittelt. Der Stiefel ist nämlich (Figur 86) vorn an der Zehe und ebenso am Absatze isolirt, nicht aber in der Mitte der Sohle; in ruhender oder tanzender Stellung findet also keine leitende Verbindung zwischen dem Stiefel, d. h. dem Hebel f und der Trommel o statt. Sobald aber nach Beendigung der

Depesche der Stiefel seitwärts abgleitet, so kommt der leitende, in Figur 86 quer schraffirte Theil der Sohle mit dem isolirten Platinringe o_1 der Trommel in Verbindung und durch die Feder s_3 auch mit der Erde. Erst später, nachdem die isolirte Zehe des Stiefels an der Trommel anliegt, wird schliesslich auch die Verbindung des Hebels l mit der Schraube s_1, d. h. mit dem Relais hergestellt.

Somit würde sich das Stromschema jetzt wie in Figur 88 stellen. In der Ruhestellung wäre der Stromweg folgender:

L_2, l_1, s_1, G_2, Pl, Erde, Gegenstation, L_2.

Das Relais ist also eingeschaltet. Wird aber von der Leitung L_1 der Schreibapparat H_1, also auch der Auslösungsmagnet m angezogen, so wird letzterer den Hebel l_1 auf den Kontakt s_2 werfen und gleichzeitig den Relaiskreis bei s_1 unterbrechen; dann hat man folgenden Stromweg: $(+K)$, 3, Schreibhebel H_1, s_2, l_1, L_2, Gegenapparat, Erde, Pl, $(+K)$ und sobald der Schreibhebel an dem Kontakt 2 liegt, den Weg:

$(-K)$, Pl, Erde, Gegenstation, L_2, l_1, s_2, Schreibhebel H_1, 2, $(-K)$.

Liegt schliesslich die leitende Sohle des Stiefels auf dem Platinringe o_1 der Trommel, so hat man die Verbindung:

L_2, n, o_1, s_3, Pl, Erde.

Die Translationsfeder.

Aus dem Vorstehenden folgt, dass bei der Weitertragung der Schluss der Arbeits- und Gegenbatterie oder der sogenannten Linienbatterien durch den Schreibhebel vermittelt wird, und dass, wenn beliebige Zwischenstationen sich auf Weitertragung einschalten, eine Depesche durch alle hindurch ohne Zuthun der Beamten gegeben werden kann. Dabei ist aber ein Übelstand bisher noch nicht berücksichtigt. Wenn der Schreibhebel in Folge der Stromwirkung vom oberen Anschlage 2 zum unteren 3 geht, so ist für diese Bewegung eine gewisse Zeit erforderlich; diese Zeit ist aber ein Verlust für den wirklichen Anzug des Ankers, also auch für die Länge des Zeichens auf dem Papier. Der Schreibhebel wird also kürzere Zeit anliegen, als auf der Abgabestation der Schlüssel gedrückt wurde. Das wiederholt sich aber bei jeder folgenden Station, so dass schliesslich, wenn viele Translationen vorkommen, die ursprünglichen Zeichen sehr langsam gegeben werden müssen, damit am Bestimmungsorte überhaupt lesbare Zeichen ankommen. Diesen Nachtheil beseitigt die von Siemens und Halske angegebene Translationsfeder c (Figur 84), welche unter dem Schreibhebel liegt, gerade über dem Anschlage 3, vollständig. Sobald nämlich der Schreibhebel sich etwas zum Anzuge senkt, so berührt diese Feder schon den Kontakt 3, hebt sich später der Schreibhebel wieder, so bleibt sie nichtsdestoweniger noch eine Zeit lang liegen und verlässt erst im letzten Augenblicke den Kontakt.

Bei Benutzung dieser Feder braucht der Telegraphirende also auf

die Zeit des Anzuges gar keine Rücksicht zu nehmen, dieselbe Zeichenlänge, welche am Absendungsorte beabsichtigt wurde, wird sich auch am Bestimmungsorte ausprägen, falls nicht die Ladungserscheinungen modificirend einwirken.

Die gegenseitige Verbindung der Apparattheile und Batterien und deren Wirkung.

Nachdem im Vorstehenden sämmtliche Theile des telegraphischen Zubehörs in Bezug auf Konstruktion und Behandlung einzeln beschrieben worden sind, bleibt jetzt noch übrig, die Verbindung aller Theile zum Ganzen festzustellen und deren Thätigkeit in dieser Verbindung zu erklären.

Die hierbei leitenden Grundsätze waren:

a. grösstmöglichste Einfachheit und Uebersichtlichkeit in der Anordnung,
b. vollständige Gleichheit aller Apparate und deren Verbindungen,
c. besondere Auswahl und Bearbeitung in Rücksicht auf aussergewöhnliche Transporte und Witterungseinflüsse,
d. einfache Bedienung und sichere Leistungen der Apparate, den besonderen Erfordernissen Rechnung tragend,
e. vielseitige Anwendung der Apparate, so dass auf Mittelstationen jeder Apparat als End-, als Translations- oder als einzelner Zwischenapparat in die Leitung gefügt werden kann.

Den vorstehenden Anforderungen entsprechend, sind die Theile des Submarin-Apparates zunächst nicht auf eine Holz-, sondern auf eine Schieferplatte gestellt, auch sonst ist, wenn irgend thunlich, überall Holz und Eisen sorgsam vermieden. Um den Apparat leicht und selbst durch einen Ungeübten aufstellen zu können, sind unter der Schieferplatte alle Verbindungen schon vollständig ausgeführt, ebenso ist das sonst übliche Gewicht des Schreibapparates durch eine Feder ersetzt. Die Klemmen sämmtlicher Apparate sind bezeichnet, die im Lokalkreise liegenden Klemmen mit fortlaufenden Buchstaben, die im Linienkreise liegenden mit fortlaufenden arabischen Zahlen.

Die Stromwege.

Um für die verschiedenen Schaltungsfälle die Stromwege und die hieraus sich ergebenden Wirkungen leicht und sicher verfolgen zu können, sind in Figur 89 die sämmtlichen Theile und Verbindungen schematisch zusammengelegt. Es bezeichne

A den Blitzableiter,
B das Galvanoskop,
C den Translations-Umschalter,
D den Submarin-Schlüssel,

F den Stromwender,
G das Relais,
H den Schreib-Apparat,
M den Ausschalter.

Die Apparatklemmen sind durch Kreise, die Tischklemmen dagegen durch Vierecke angedeutet. Ausserdem sind alle zur Translation ge-

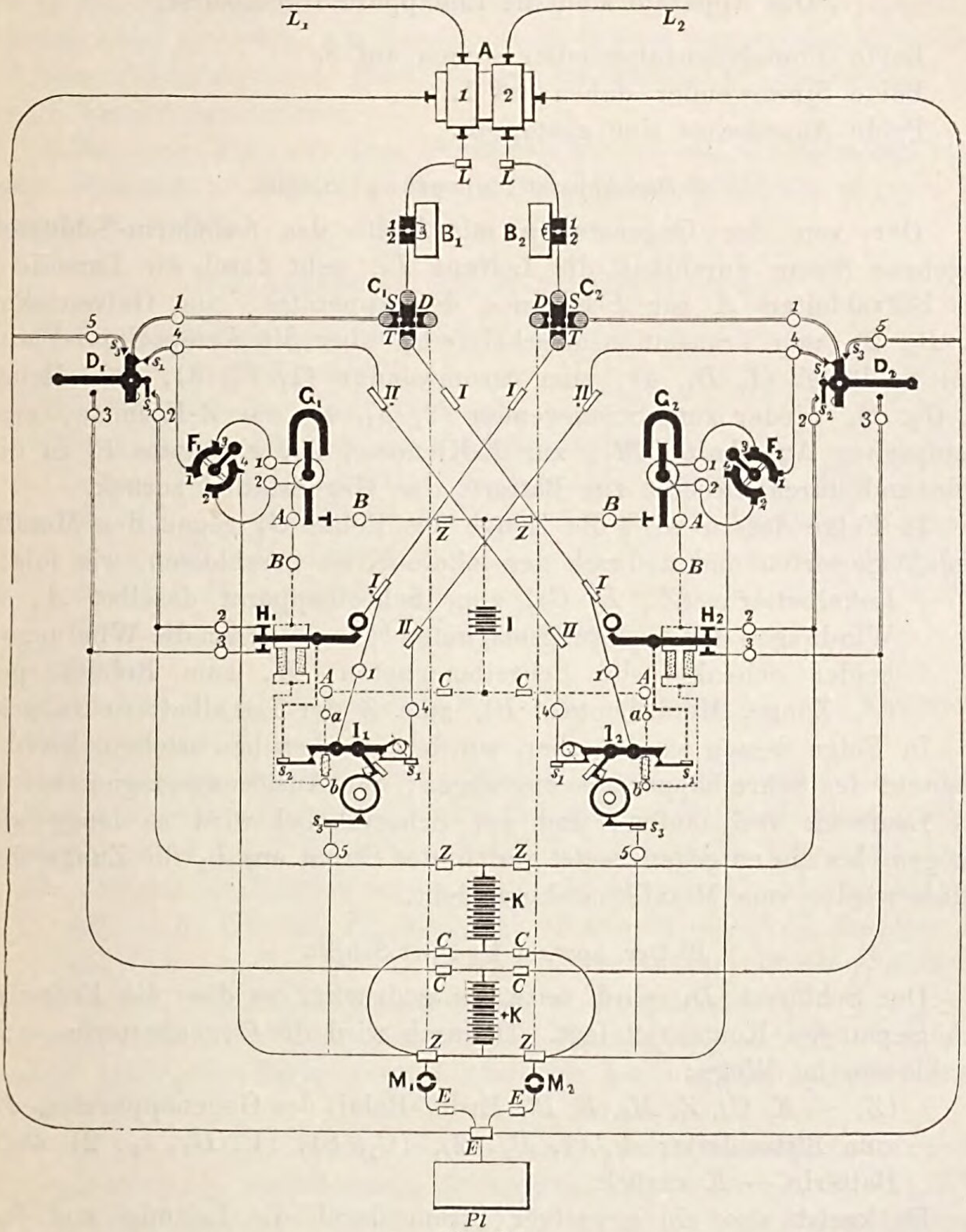


Fig. 89.

hörigen Verbindungen durch ununterbrochene Linien und alle zum lokalen Schliessungskreise gehörigen durch punktirte Linien angegeben, während durch doppelte Linien und unterbrochene, aus

Punkten und Strichen gebildete Linien die noch fehlenden Verbindungen beziehlich für die Endschaltung und für die Ausschaltung des Apparates angegeben worden sind.

Nach diesen Vorbemerkungen mögen einige der wichtigsten Stromwege näher betrachtet werden.

Die Apparate sind als Endapparate geschaltet.

Beide Translationsumschalter stehen auf *S*.
Beide Stromwender stehen auf 1.
Beide Ausschalter sind gestöpselt.

A) Der Apparat I empfängt Schrift.

Der von der Gegenstation mit Hülfe des Submarin-Schlüssels gegebene Strom durchläuft die Leitung L_1, geht durch die Lamelle 1 des Blitzableiters *A* zur *L*-Klemme des Apparates, zum Galvanoskop (1, B_1, 2), zum Translationsumschalter C_1, über die gestöpselte *S*-Platte zum Schlüssel (1, D_1, 4), zum Stromwender (1, F_1, 3), zum Relais (1, G_1, 2), wieder zum Stromwender (2, F_1, 4), zur *Z*-Klemme, zum gestöpselten Ausschalter M_1, zur *E*-Klemme, zur Erdplatte *Pl* in die Erde und durch dieselbe zur Batterie der Gegenstation zurück.

In Folge dessen wird die Zunge des Relais G_1 gegen den Metallkontakt geworfen und dadurch der lokale Kreis geschlossen, wie folgt:

Lokalbatterie (*Z*, *I*, *C*), zum Schreibapparat daselbst *A*, *a*, Windungen des Auslösungsmagneten *b*, zugleich um die Windungen beider Schenkel des Schreibmagneten, *B*, zum Relaiskörper (*A*, Zunge, Metallkontakt *B*), zum *Z* der Lokalbatterie zurück.

In Folge dessen werden aber, wie bereits oben beschrieben, beide Magnete des Schreibapparates angezogen; der Auslösungsmagnet macht das Laufwerk frei laufen, und der Schreibhebel wird so lange angezogen, bis ein entgegengesetzt gerichteter Strom aus L_1 die Zunge des Relais wieder vom Metallkontakt abzieht.

B) Der Apparat I giebt Schrift.

Der Schlüssel D_1 wird seitwärts gedrückt, so dass die Feder s_2 sich gegen den Kontakt 2 legt. Dadurch wird die Gegenbatterie $-K$ geschlossen im Wege:

(*Z*, $-K$, *C*), *Z*, M_1, *E*, *Pl*, Erde, Relais des Gegenapparates, L_1 zum Blitzableiter *A*, (1, B_1, 2), (C_1, *S*), (1, D_1, s_2, 2) nach Batterie $-K$ zurück.

Es kreist also ein negativer Strom durch die Leitung und das Relais des Gegenapparates, die Zunge desselben wird also an dem Steinkontakt noch festgehalten.

Drückt man aber jetzt den Schlüssel D_1 nieder, so wird die Verbindung mit der Feder s_2 gelöst und dafür der Schlüsselhebel mit dem

Kontakt 3 verbunden, wodurch dann die Arbeitsbatterie $+K$ geschlossen wird im Wege:

$(Z, +K, C)$, $(3, D_1, 1)$, (S, C_1), $(2, B_1, 1)$, L, A, L_1, zum Relais des Gegenapparates, zur Erde nach Pl, E, M_1, Z, zur Arbeitsbatterie $+K$ zurück.

Es kreist also ein positiver Strom durch die Leitung und das Relais des Gegenapparates, die Zunge desselben wird also so lange gegen den Metallkontakt geworfen, als diesseits der Schlüssel niedergedrückt wurde.

Der Schreibapparat wirkt demgemäss auch dort gerade so, wie vorhin beschrieben wurde.

Geht man nun mit dem Schlüssel wieder auf die Ruhelage, so findet schliesslich noch die oben beschriebene Entladung durch den Kontakt s_3 statt.

Die Apparate I und II transferiren.

Beide Translationsumschalter auf T.

Beide Stromwender auf 1.

Beide Ausschalter sind gestöpselt.

Die Apparate arbeiten mit Selbstauslösung.

Der positive Strom von der Gegenstation nimmt den Weg:

L_1, A, L, $(1, B_1, 2)$, (C_1, T), I zum Apparat II, daselbst $\underset{.}{I}$, Schreibapparat H_2, daselbst $(1, l_2, s_1, 4)$, II, $\underset{.}{II}$, zurück zum Apparat I, daselbst $\underset{.}{II}$, 4, $(1, F_1, 3)$, $(1, G_1, 2)$, $(2, F_1, 4)$, Z, M_1, E, Pl, Erde zur Batterie des Gegenapparates zurück.

Folgen:

1. das Relais G_1 wird genau so, wie oben beschrieben, den Lokalkreis schliessen und deshalb werden
2. beide Magnete des Schreibapparates H_1 angezogen werden, der Auslösungsmagnet wird auslösen, der Schreibapparat wird Schrift geben,
3. berührt aber dabei der Schreibhebel den Kontakt 3, so wird dadurch die Batterie $+K$ nach der Leitung L_2 hin geschlossen im Wege:
 $(Z, +K, C)$, $(3, H_1, s_2, l_1, 1)$, $\underset{.}{I}$ zum Apparat II, daselbst I, (T, C_2), $(2, B_2, 1)$, L, A, L_2, Gegenstation, durch die Erde zurück, Pl, E, M_1, zur Batterie $+K$ zurück;
4. berührt aber der Schreibhebel den Kontakt 2, so wird dadurch ganz analog die Batterie $-K$ nach der Leitung L_2 hin geschlossen im Wege:
 $(Z, -K, C)$, Z, M_1, E, Pl, Erde, zum Gegenapparat, durch Leitung L_2 zurück nach A, Apparat II, L, $(1, B_2, 2)$, (C_2, T), I, zum Apparat I, daselbst $\underset{.}{I}$, $(1, l_1, s_2, H_1, 2)$, zum Z der Batterie $-K$ zurück.

So wird also durch den Schreibhebel die Arbeits- und Gegenbatterie gerade so geschlossen, als es auf der Absendungsstation durch den Submarin-Schlüssel geschah.

5. Während aber der Auslösungshebel l_1 den Kontakt bei s_2 vermittelt, ist die frühere Verbindung bei s_1 aufgehoben und dadurch zugleich von l_1 aus der Weg zum Relais G_2 für die Entladungsströme der Batterien $+K$ und $-K$ unterbrochen.
6. Ist die Weitertragung beendet, oder wird der Auslösungshebel nicht mehr angezogen, so gleitet der Stiefel auf der Trommel seitwärts ab, giebt dadurch Erdkontakt und entladet somit den Draht. Schliesslich wird noch das Laufwerk dadurch angehalten, dass das Ende des Auslösungshebels sich auf die Friktionsscheibe der Windfangsachse legt.

Wird in entgegengesetzter Richtung gesprochen, so ist der Verlauf ganz ebenso.

Die Sinus-Tangenten-Boussole von Siemens & Halske.

(Nach einer Mittheilung von W. Meyer in der Zeitschr. des deutsch-österr. Telegr.-Vereins Bd. 7, S. 106.)

1859.

Fig. 90 stellt die perspektivische Ansicht eines galvanischen Winkelmessinstrumentes dar, welches sowohl als Sinus- wie als Tangenten-

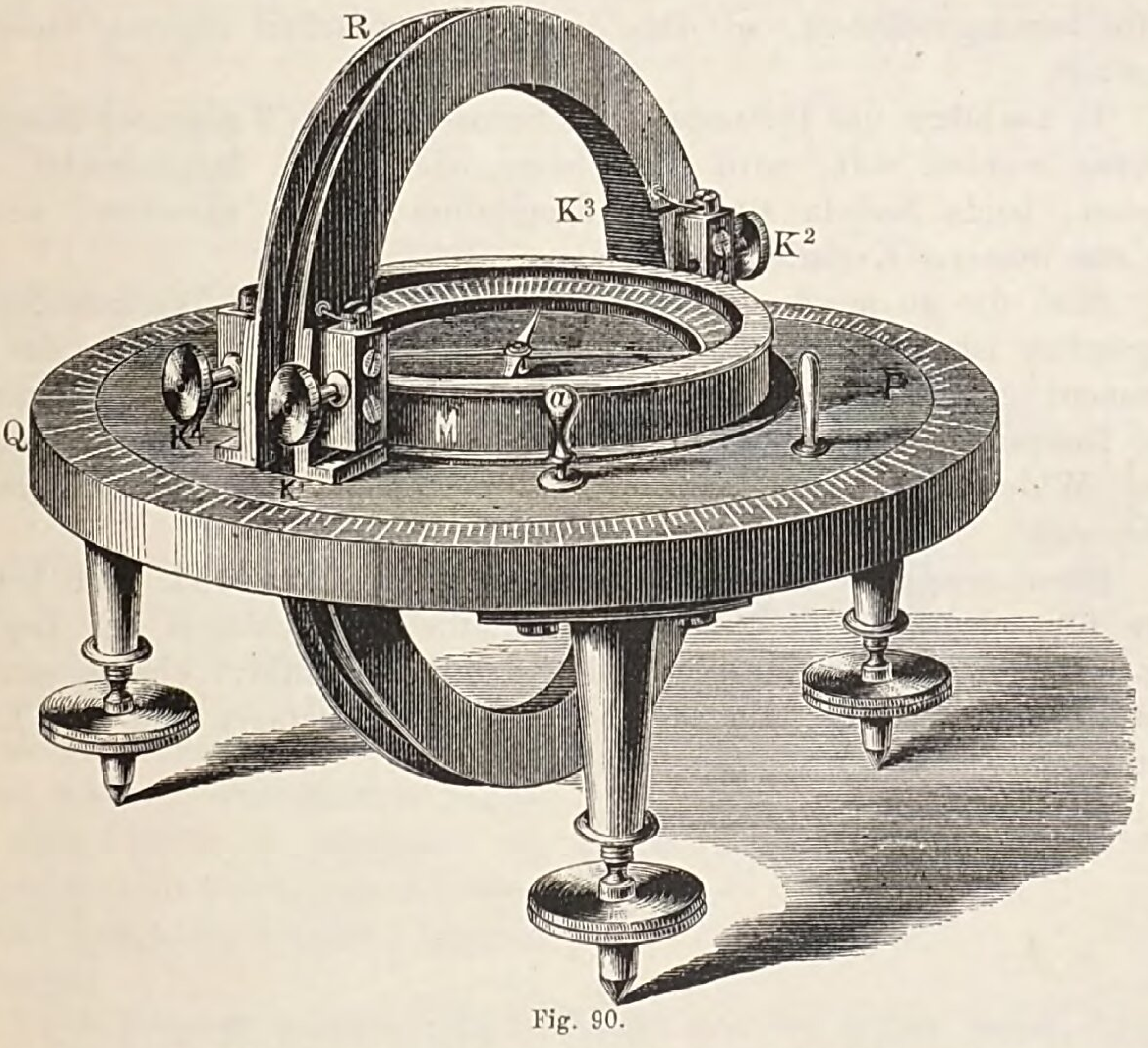


Fig. 90.

Boussole gebraucht werden kann. Die kreisrunde Platte *P*, auf welcher der Drahtring *R* und der Nadelkasten *M* unwandelbar befestigt sind,

lässt sich durch zwei isolirte Handhaben, von denen nur eine in der Zeichnung sichtbar ist, in der mit einem Konus versehenen Platte *Q* drehen. Auf *Q* befindet sich ein Theilkreis und auf *P* der zugehörige Index. Mittelst dieses Theilkreises werden die Winkel nach der bekannten Methode abgelesen, wenn die Boussole als Sinus-Boussole benutzt werden soll. Im Nadelkasten *M* ist abermals ein Theilkreis, mittelst dessen die Winkel abgelesen werden, wenn der Strom durch die Tangente des Ablenkungswinkels gemessen werden soll. Der Drahtring *R* besteht aus ca. 16 Windungen dickerer Drähte, 1,39 mm stark, die von der Klemme K^1 nach K^2 gehen, und aus ca. 1050 Windungen dünnerer Drähte, 0,25 mm stark, die von der Klemme K^3 nach K^4 gehen. Die dicken Windungen haben einen Gesammtwiderstand kleiner als 0,1 Siemens-Einheiten, während die dünneren Windungen einen Widerstand von ca. 150 Siemens-Einheiten besitzen.

Verbindet man die Klemmen K^1 und K^2 mit den beiden Polen einer Batterie, so ist der dicke Draht allein eingeschaltet; ebenso ist der dünne Draht eingeschaltet, wenn K^3 und K^4 mit den Polenden einer Batterie verbunden sind.

Durch Aufziehen des Knopfes *a* werden im Nadelkasten *M* zwei Stifte herausgeschoben, so dass die Nadel zwischen engeren Grenzen schwingt.

Je nachdem das Instrument als Sinus- oder als Tangenten-Boussole benutzt werden soll, wird eine lange oder kurze Magnetnadel eingesetzt; beide Nadeln sind mit Aluminium-Zeigern versehen, welche bis zur inneren Kreistheilung reichen.

Sind die zu messenden Ströme so stark, dass die Winkelablesung unmöglich ist, so lässt man nur einen Theil derselben durch das Instrument gehen, indem man zwischen die entsprechenden Klemmen des Instruments noch einen zweiten Widerstand schaltet, welcher zum Widerstande des Instrumentes in einem bekannten Verhältnisse steht.

Diese vereinigte Sinus-Tangenten-Boussole eignet sich auch besonders für telegraphische Zwecke. Sämmtliche Messungen bei Legung der Kabel im Rothen Meere wurden damit ausgeführt; ebenso werden diese Instrumente für die laufenden Winkelmessungen auf der Linie benutzt.

Patentbeschreibung einer neuen Schwärzvorrichtung für Schreibtelegraphen mit Schwarzschrift.

28. November 1860.

Bei den bis jetzt gebräuchlichen sogenannten Schwarzschreibern wird die Schwärzscheibe dadurch mit Druckfarbe überdeckt, dass sich auf der letzteren eine mit Filz oder ähnlichen Stoffen überzogene und mit Farbe getränkte Walze reibt. — An Stelle dieser Schwärzrolle haben wir die in der Anlage dargestellte Schwärzflasche konstruirt.

An das Glas *a* (Fig. 91) ist die mit einem Gewinde versehene, unten durchlöcherte Kapsel *b* aufgekittet und auf diese dann der Ring *c* aufgeschraubt, dessen untere Oeffnung zuvor durch ein Filter, gebildet aus Filz, Zeug etc., geschlossen ist. — Die so eingerichtete Schwärzflasche wird auf den Arm *e* gesteckt und ruht dann auch auf der Schwärzscheibe *f*. — Wird also letztere durch das Laufwerk in drehende Bewegung gesetzt und ist dünnflüssige Farbe in die Flasche *a* gegossen, so wird durch die befeuchtete Scheidewand *d* auch die Scheibe *f* benetzt werden.

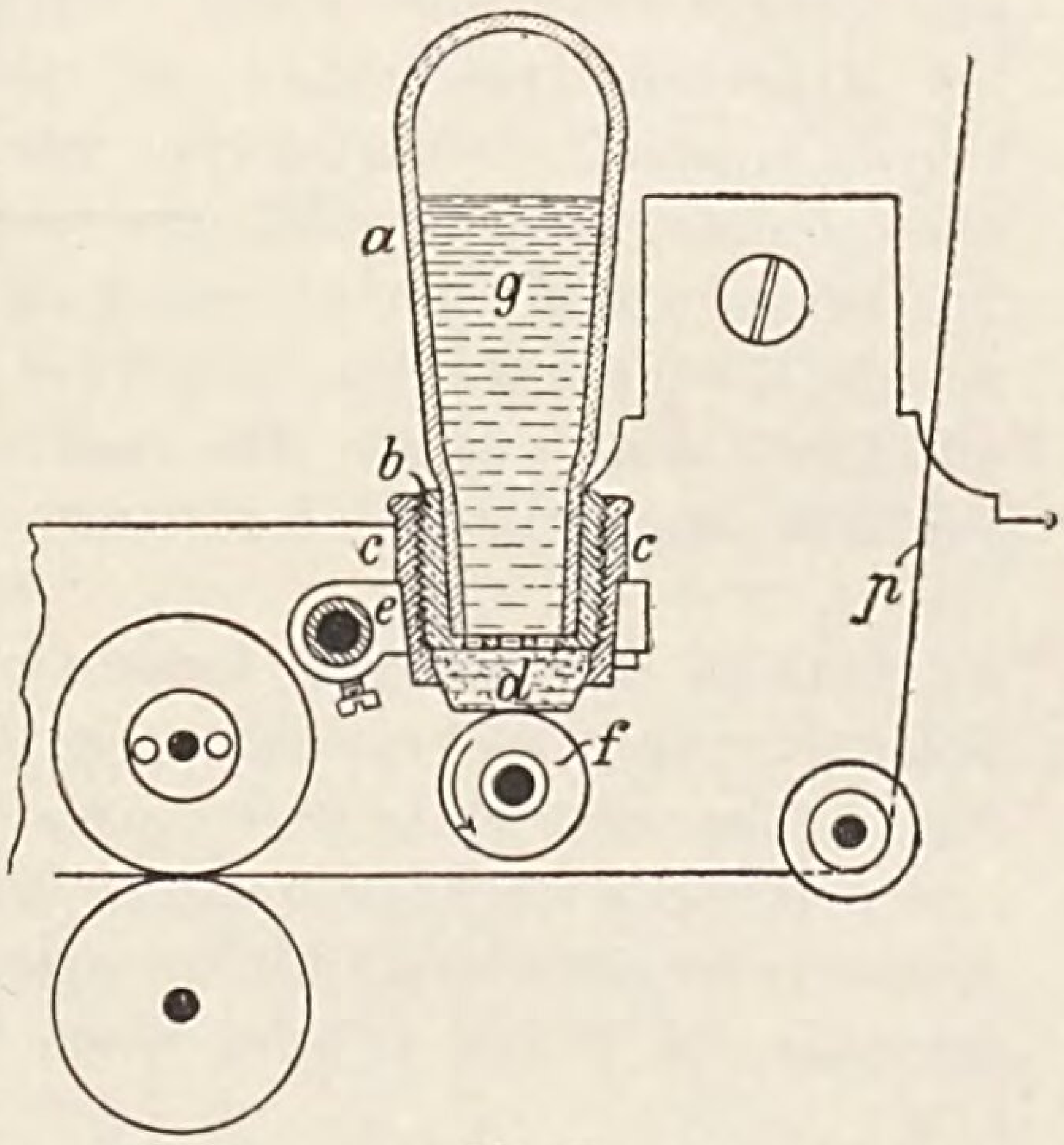


Fig. 91.

Die Vorzüge unserer Schwärzflasche vor der bisher gebräuchlichen Schwärzrolle bestehen nach Ergebniss einer langen, von uns durchgeführten Reihe von Versuchen in Folgendem:

1. Die Farbe kann nicht eintrocknen oder einstauben, wie dies bei der frei liegenden Walze der Fall war.

2. Aus dem Grunde muss auch die Farbe stets dünnflüssig bleiben, was bei der Schwärzwalze nicht zu erreichen möglich war.

3. Der Telegraphirende braucht nicht mehr dafür zu sorgen, dass die richtige Menge von Farbe zugeführt wird, es regelt sich das jetzt von selbst.

4. Deshalb wird jetzt auch die Schwärzscheibe *f* ganz gleichmässig befeuchtet,

5. und deshalb auch die Schrift ganz gleichmässig. Es kommt nicht mehr vor, dass sie bei Mangel an Farbe blass und zerrissen und bei Ueberfluss an Farbe klecksig und dadurch ebenfalls undeutlich wird.

6. Die Schrift ist sofort trocken, ein Verwischen in Folge zu frühen Anfassens findet nicht mehr statt.

7. Dadurch und durch Beseitigung der frei daliegenden, mit Schwärze bedeckten Stelle erhält sich der ganze Apparat viel reinlicher, als dies bisher der Fall war.

Als unsere Verbesserung, welche unseres Wissens bisher noch nicht bei Schwarzschrift-Apparaten irgendwo angewendet worden ist, betrachten wir die Schwärzflasche in der Konstruktion, wie sie vorstehend beschrieben worden ist.

Beschreibung des unipolaren Relais von Siemens & Halske.

1860.

Man hat bisher Elektromagnete, welche durch Anziehung eines Stückes weichen Eisens eine Arbeit durch schwache Ströme auszuführen haben, wie z. B. die zu Relais benutzten Magnete, stets in Hufeisenform verwendet.

In der That zieht ein Pol eines Magneten von bestimmten Dimensionen ein Eisenstück nur sehr schwach an, es wird also durch die Hufeisenform die anziehende Kraft der beiden Pole des Elektromagneten sehr beträchtlich vergrössert. Dagegen haben Hufeisenmagnete den grossen Nachtheil, dass die Anziehung des Ankers nach Aufhören des Stromes nur langsam und unvollständig verschwindet. Namentlich die zurückbleibende Anziehungskraft, welche eine Folge des im geschlossenen Kreise des Magneten und Ankers zurückbleibenden Magnetismus ist, führt grosse Nachtheile mit sich, die bei Relais und überhaupt Magneten für telegraphische Zwecke besonders dann sehr störend sind, wenn die Verhältnisse starke Wechsel in der benutzten Stromstärke und Wechsel in der Richtung der Ströme bedingen.

Es ist uns gelungen, diesen Uebelstand dadurch fast gänzlich zu beseitigen, dass wir anstatt eines Hufeisens einen unipolar wirkenden Magnet benutzen, welcher jedoch so armirt wird, dass seine anziehende Kraft unter sonst gleichen Umständen beinahe eben so gross ist, wie die eines Hufeisens, welches mit derselben Zahl Umwindungen versehen ist. Fig. 92 stellt den Durchschnitt eines solchen Relais mit unipolar wirkendem Magnet dar.

Der Eisenkern des Magneten *M* besteht aus einer aufgeschnittenen Eisenröhre *e*, welche an ein langes und starkes Winkeleisen *E* geschraubt ist. Der Polplatte am anderen Ende des Eisenrohres steht eine leichte Ankerplatte *A'* gegenüber, deren unteres Ende an eine verhältnissmässig dicke Eisenwelle *a* geschraubt ist.

Die Welle *a* ist auf dem Grundbrette *H* befestigt. Auf demselben Grundbrette steht der Träger *S* mit den beiden Schrauben *J* und *C*, von denen die erstere durch eine Steinspitze isolirt, die letztere mit metallischer Spitze versehen ist. Zwischen diesen Schrauben spielt die Verlängerung der Eisenplatte *A'*; dieselbe wird durch die Feder *F*, welcher durch die Schraubenmutter *R* eine beliebige Spannung gegeben werden kann, zurückgezogen.

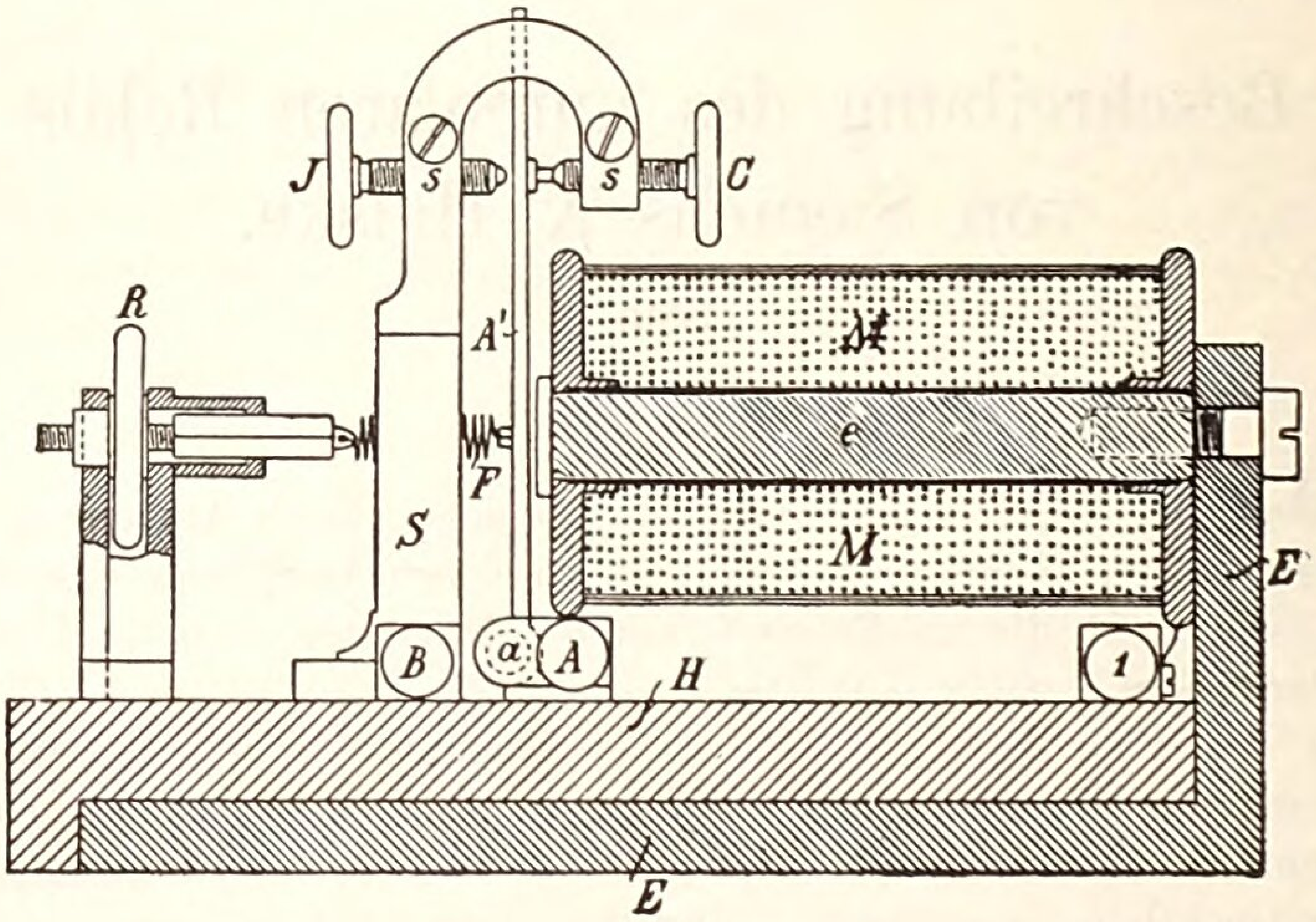


Fig. 92.

Ein so konstruirter Uebertrager wird durch fast ebenso schwache Ströme bewegt, wie ein Hufeisen-Relais mit gleichem Umwindungsdraht. Der Grund dieser Erscheinung ist darin zu suchen, dass die Eisenmasse *E* den freien Magnetismus des an ihr befestigten Magnetpoles fortleitet, den freien Magnetismus des anderen Poles daher verdoppelt. Es tritt die Eisenmasse *E* daher gleichsam als Reservoir für den Magnetismus des einen Magnetpols auf. Ebenso wirkt die verhältnissmässig starke Eisenwelle *a* in Bezug auf den Magnetismus der Ankerplatte *A'*. Gesetzt, es würde im wirksamen Magnetpol Nordmagnetismus durch den Strom erzeugt, so wird derselbe den gegenüberliegenden Eisenanker so magnetisiren, dass der der Polfläche zunächst liegende Theil südmagnetisch, der entferntere nordmagnetisch wird. Die unmagnetische Grenze zwischen beiden Magnetismen wird nahe der Eisenwelle *a* liegen, der Nordmagnetismus ist daher der Wirkungssphäre des nordmagnetischen Magnetpols fast ganz entzogen und kann der Anziehung des Ankers nicht mehr entgegenwirken. Es wird daher durch diese Konstruktion im Wesentlichen dasselbe erreicht, was durch die Hufeisenform erzielt wird; die Anziehung ist also auch nicht merklich geringer. Hört aber die Stromwirkung auf, so treten die durch die

Eisenmassen nur entfernten, nicht wie beim Hufeisenmagneten vernichteten Magnetismen im Magnet und Anker wieder in Wirksamkeit, indem sie sich über die ganzen Eisenmassen auszudehnen streben. Es bleibt daher die Entmagnetisirung von Magnet und Anker nicht, wie beim Hufeisenmagnet, allein der Kraft, mit der die Eisenmoleküle ihre Ruhelage wieder einzunehmen streben, überlassen, sondern es findet eine Neutralisirung durch den zurückkehrenden entgegengesetzten Magnetismus statt, wodurch die Entmagnetisirung schneller und vollständiger von Statten geht. Die Erfahrung zeigt, dass ein solches Relais ziemlich dieselbe Empfindlichkeit hat, wie ein gleich günstig mit Hufeisenmagnet konstruirtes, und dass es sowohl jede Veränderung der Stromstärke, wie auch namentlich Stromwechsel verträgt, ohne einer Korrektur der Federspannung oder des Ankerabstandes zu bedürfen. Anstatt der Eisenröhren kann man selbstverständlich einen einfachen Eisenstab oder auch, wo es sich um grosse Empfindlichkeit handelt, zwei oder mehrere, mit abgesonderten Windungen versehene Eisenstäbe verwenden. Dieselben müssen dann aber sämmtlich in demselben Sinne vom Strome umflossen werden, so dass sie in ihrer Gesammtwirkung als einfacher Stabmagnet auftreten.

Morse-Apparat zu farbiger Schrift von Siemens & Halske.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 9, S. 205.)

1862.

Bekanntlich waltet bei der D i g n e y 'schen Konstruktion der Morseapparate zu farbiger Schrift der Uebelstand ob, dass die Reinheit der Schrift in hohem Grade abhängig ist von der Gleichmässigkeit des Auftragens der Farbe auf die Schwärzwalze; erhält dieselbe stellenweise zu viel Farbe, so wird die Schrift klecksig, wird sie zu trocken gehalten, so werden die Zeichen matt und selbst undeutlich. Durch den Papierstaub, welcher sich stets nach einiger Zeit auf der Schwärzwalze ansammelt und mit der Farbe zu einer harten Kruste vereinigt, wird dieser Uebelstand noch erschwert, indem die frisch aufgetragene Farbe nun nicht mehr in den Filz der Walze einziehen kann.

Die Herren S i e m e n s & H a l s k e haben sich hierdurch veranlasst gesehen, bei den Morseapparaten zu farbiger Schrift eine andere Konstruktion in Anwendung zu bringen, bei welcher die Druckscheibe nicht durch eine Filzwalze mit Farbe versehen wird, sondern mit ihrem unteren Theile in einem unter ihr stehenden, mit der Farbe gefüllten Schüsselchen rotirt und aus diesem dadurch die nöthige Farbe entnimmt, indem gleichzeitig eine auf ihr schleifende Lamelle das Ueberflüssige abstreift.

In den folgenden Figuren ist ein nach diesem Princip konstruirter Schreibapparat abgebildet; Fig. 93 zeigt die Vorder- und Oberansicht, Fig. 94 die Seitenansicht.

A, A (Fig. 93) ist eine zur Aufnahme des Farbevorrathes bestimmte Viole von Glas mit einer aufgekitteten Metallfassung a, a_1, a_2, welche in ungefähr horizontaler Lage, um den Stift n drehbar, in dem Bügel B, B, B, B_1 befestigt ist. Der vordere Theil der Metallfassung a_1, a_2 ist oben offen und bogenförmig ausgeschnitten und bildet eine rinnenförmige Schüssel, in welche der untere Theil des Druckscheibchens D taucht.

f ist eine Oeffnung zum Eingiessen der Farbe. Bei so dünn angeriebenen Oelfarben, wie für den vorliegenden Zweck immer in Anwendung kommen, setzt sich stets ein Theil des Farbstoffes allmählich zu Boden, und das Druckscheibchen *D* würde alsdann nur in die obere, farbstoffarme Oelschicht tauchen; um dies zu verhindern, befindet sich im Innern der Farbflasche, bei a_1, eine bis fast an die entgegengesetzte, untere Wand der Flasche reichende Scheidewand *g*, welche bewirkt, dass nur die farbstoffreicheren unteren Schichten der Flüssigkeit in das Schüsselchen a_1, a_2 gelangen können, und welche anderseits auch ver-

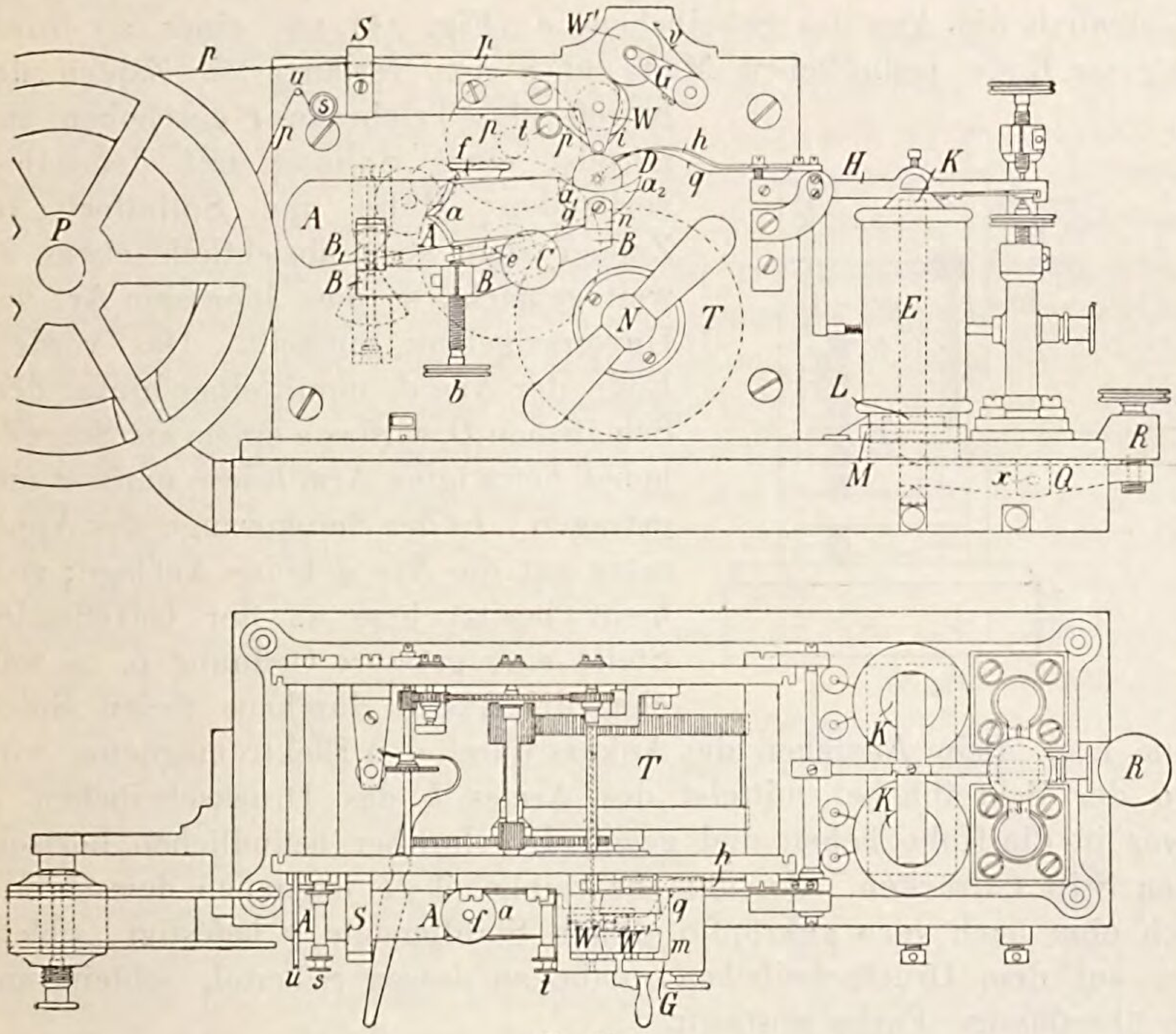


Fig. 93.

hindert, dass der etwa in das Schüsselchen fallende Papierstaub den Farbevorrath in der Flasche verunreinigt. Doch darf die Oeffnung am unteren Ende der Zwischenwand nicht zu eng sein, damit sie sich nicht verstopft.

Der Bügel B, B, B_1 ist mittelst eines Stiftes und einer Kopfschraube *C* an der Vorderwand des Apparates befestigt, so dass nach Lösung der Kopfschraube der Bügel mit der Flasche behufs Füllung oder Reinigung der letzteren leicht abgenommen werden kann. Der nach vorn gekröpfte Arm B_1 des Bügels dient der Flasche gleichzeitig als Schutz und als Führung. An dem Bügel befindet sich ferner noch

eine Stellschraube *b*, welche der Flasche einen zweiten Stützpunkt bietet und zum Heben und Senken derselben dient; ein am Boden der Flasche befestigter, gabelförmig geschlitzter Haken *e* umfasst zu dem Ende mit seinen Zinken den eingeschnürten Hals an der Spitze dieser Stellschraube.

Das Druckscheibchen *D* ist, wie gewöhnlich, durch ein Triebrad in Eingriff mit dem Räderwerk gesetzt, so dass ihm von diesem eine rotirende Bewegung ertheilt wird. Seine Verbindung mit dem Räderwerk ist indessen keine starre, sondern eine solche, dass sie dem Scheibchen ausser der rotirenden auch eine geringe Seitenbewegung gestattet. Es ist nämlich die Axe des Scheibchens *d* (Fig. 94) mit einer an ihrem hinteren Ende befindlichen Muffe über den verlängerten Zapfen des betreffenden Triebrades *r* geschoben und mittelst eines Splintes mit demselben verbunden; Muffe und Splintloch im Zapfen sind aber absichtlich etwas zu weit gemacht, so dass hier eine Art von Universalgelenk entsteht. Das vordere Ende der Axe *d*, unmittelbar hinter dem Scheibchen *D*, wird von einem am Schreibhebel befestigten Arm *h* lose umfasst und getragen. In der Seitenwange des Apparates hat die Axe *d* keine Auflage; vielmehr besitzt jene an der betreffenden Stelle eine grössere Oeffnung *o*, in welcher die Axe *d* durchaus freien Spielraum hat. Beim Anziehen des Ankers durch den Elektromagneten wird also der Schreibhebel mittelst des Armes *h* das Druckscheibchen *D* etwas in die Höhe heben und gegen den darüber befindlichen horizontalen Stift *i* drücken. An dem Schreibhebel *H* ist neben dem Arm *h* noch eine nach vorn gekröpfte dünne Stahllamelle *q* befestigt, welche lose auf dem Druckscheibchen, nahe an dessen Scheitel, schleift und die überflüssige Farbe abstreift.

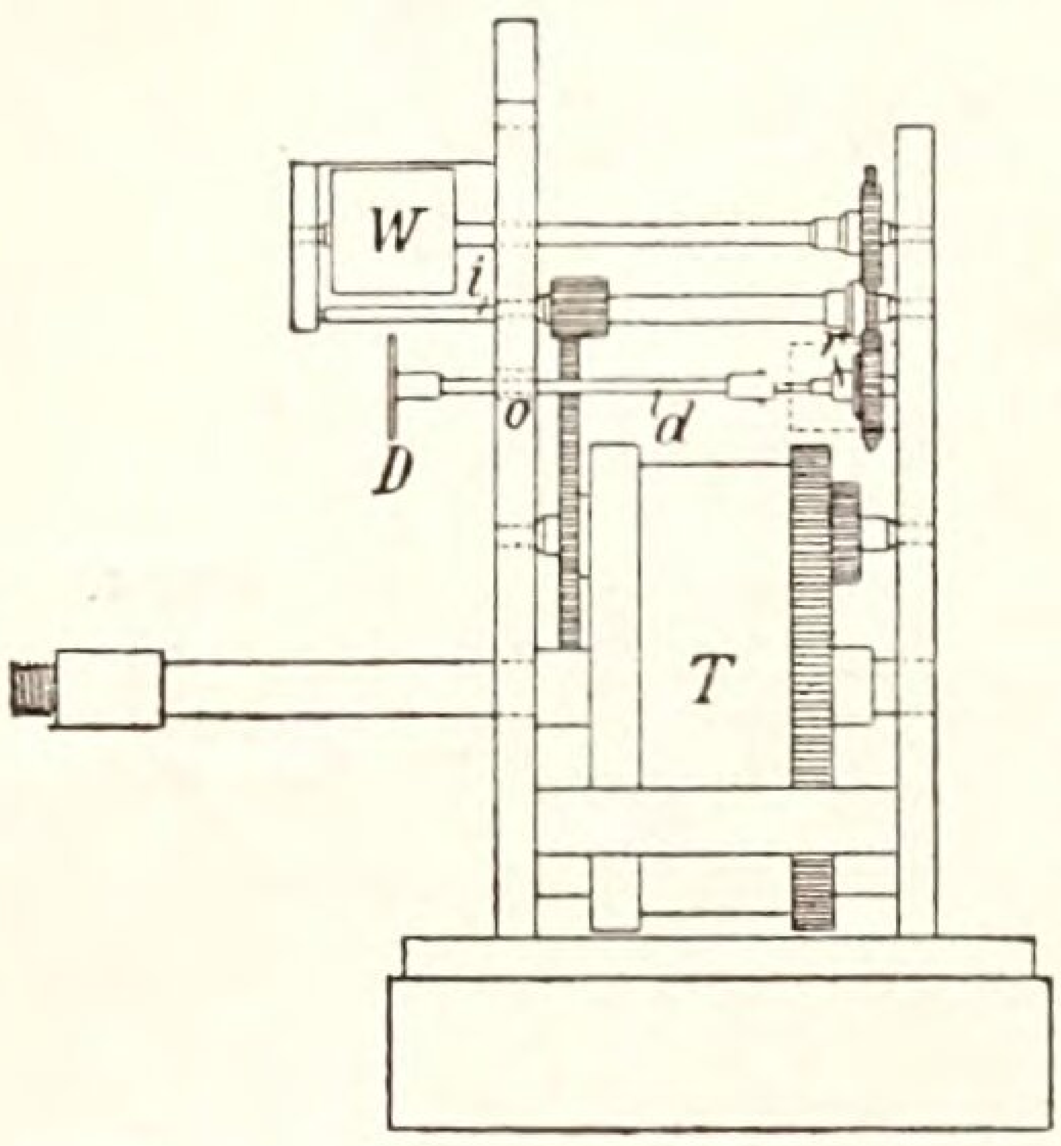


Fig. 94.

Die Papierführung ist etwas komplicirter als gewöhnlich: der Weg, den das Papierband verfolgt, ist in der Figur 93 mit *p*, *p*, *p* bezeichnet. Von der Rolle *P* läuft das Papierband zunächst über den Stift *u*, dann unter dem Führungscylinder *s* und über dem ähnlichen Cylinder *t* hinweg zum Stifte *i*; geht unter demselben fort, wobei es, so oft der Anker angezogen wird, die Schriftzeichen erhält, steigt dann in die Höhe und gelangt zwischen die Führungswalzen *W* und *W'*, deren erstere in festen Lagern sich dreht und mit dem Räderwerk in Eingriff ist, während die andere in der Gabel *G* hängt und durch die Feder *v* gegen die erstere gedrückt wird. Die lose Walze *W'* ist in der Mitte stark ausgeschnitten und fasst das Papier nur in der Nähe

der Ränder, so dass die noch frischen Zeichen nicht verwischt werden können. Von den Walzen W, W' läuft alsdann das Papier mit der Schriftseite nach oben über den abgerundeten Steg S zurück und verlässt alsdann den Apparat. Die ganze Schrift liegt also von den Walzen W, W' ab dem Telegraphisten vollkommen frei und unverdeckt vor Augen. Die Schrift trocknet schnell, sofern nur eine passende Farbe gewählt worden und nur schwach geleimtes Papier benutzt wird; sie fällt bei diesem Apparat sehr korrekt und rein aus, und man hat weder mit dem Eintrocknen der Farbe noch mit der Beschmutzung durch Papierstaub in dem Maasse zu kämpfen, wie bei den früheren Konstruktionen.

Der Telegraphirkontakt des Schreibhebels ist, wie bei den meisten Apparaten von Siemens & Halske, zur Sicherung des Schlusses bei Benutzung der Apparate zur Uebertragung, mit einer Kontaktfeder versehen. Der Elektromagnet selbst ist so eingerichtet, dass er innerhalb gewisser Grenzen beliebig gesenkt und gehoben, seine Kernpole also in grössere oder geringere Entfernung von der Ruhelage des Ankers gebracht werden können, ohne dass man genöthigt wäre, an der Stellung der Kontaktschrauben etwas zu ändern; eine Einrichtung, durch welche die Regulirung des Apparates ausserordentlich erleichtert wird. Er ruht nämlich, wie in Fig. 93 angedeutet, auf dem einen Ende eines um die Axe x drehbaren Hebels Q, dessen anderes aus der Bodenplatte des Apparates hervorragendes Ende durch die Stellschraube R gehalten wird. Die cylindrischen Fortsätze L der Kerne, welche genau in cylindrische Ausbohrungen der Metallplatten M, M passen, dienen dabei dem Elektromagneten als Führungen.

Bei dem in den Figuren 93 und 94 abgebildeten Apparate wird die Bewegung des Räderwerks nicht, wie gewöhnlich, durch ein Gewicht, sondern durch eine in der Trommel T enthaltene Feder bewirkt. Da diese Feder mit verschiedener Kraft wirkt, je nachdem sie ganz aufgezogen oder schon mehr abgelaufen ist, so würde bei der gewöhnlichen Einrichtung auch das Papier anfangs schneller, später langsamer ablaufen, die Schriftzeichen würden also unmittelbar nach dem Aufziehen sehr lang und schliesslich sehr kurz ausfallen. Um dem vorzubeugen, ist der Windfang ähnlich wie die sogenannten Centrifugalregulatoren konstruirt. Fig. 95 zeigt ihn in 4/5 natürlicher Grösse in zwei verschiedenen Lagen. Eine senkrechte Welle wird durch das Laufwerk um ihre Axe gedreht. An ihr ist der Windfangflügel y,

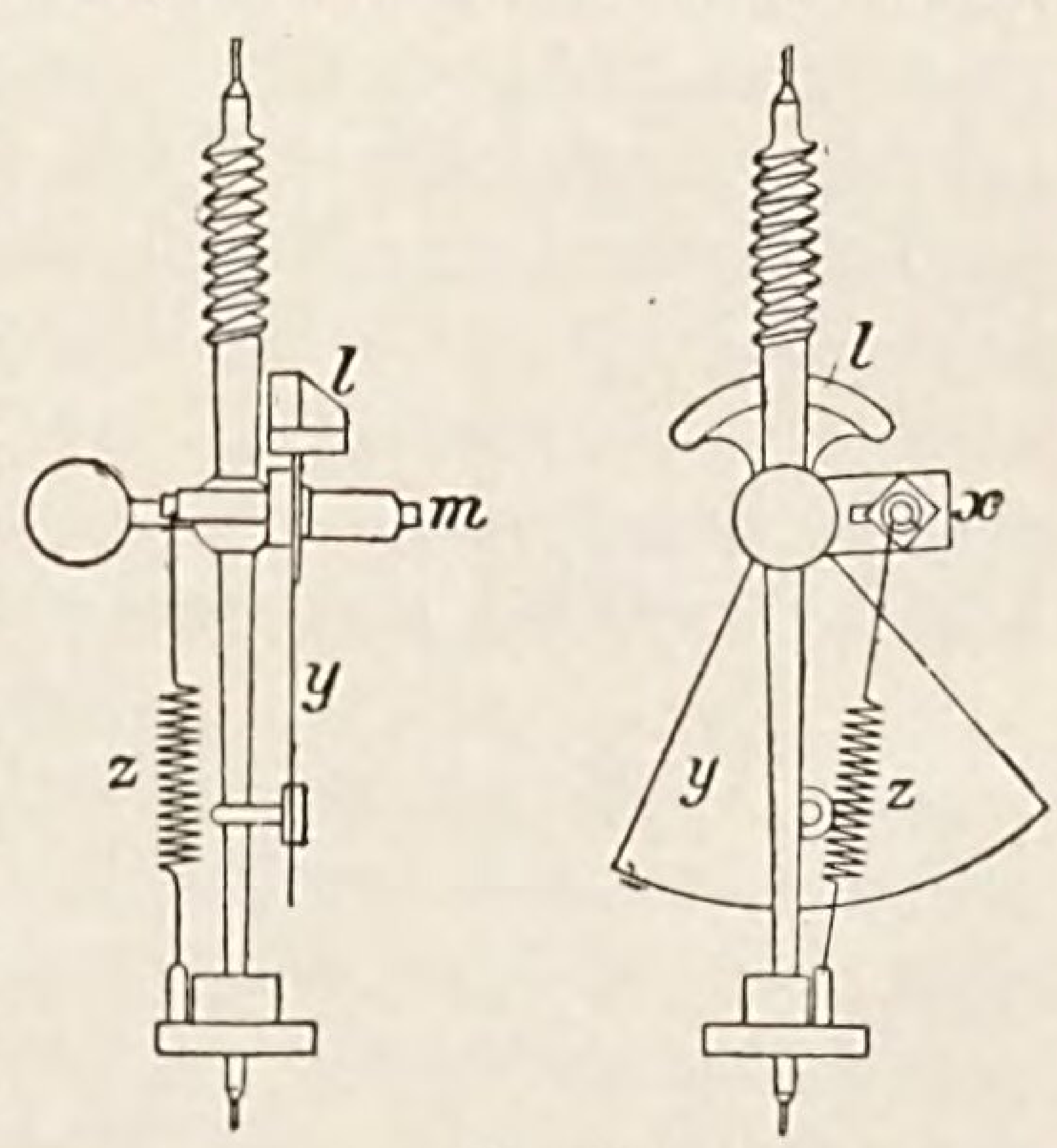


Fig. 95.

welcher durch das Gegengewicht l vollständig äquilibrirt ist, durch eine Axe m befestigt. Durch eine Feder z, welche an dem Hebelarme x des Windfanges wirkt, wird der Windfang niedergedrückt, durch die Centrifugalkraft dagegen gehoben. Diese beiden Kräfte sind bei einer bestimmten, von der Kraft der Feder, dem Gewicht und der Form des Windfanges abhängigen Geschwindigkeit der Drehung bei jeder Lage des Windfanges im Gleichgewicht. Die geringste Vermehrung der Geschwindigkeit müsste daher den Windfang senkrecht auf die Welle stellen, während die geringste Verminderung der Feder das Uebergewicht geben und ihn in die der Welle parallele Lage bringen würde. Da nun mit der Erhebung des Windfanges der Luftwiderstand sich in raschem Maasse steigert, so würde der Regulator die Geschwindigkeit des Werkes vollständig konstant erhalten, wenn nicht die Zapfenreibung des Windfanges eine geringe Verschiedenheit zuliesse. Von dieser Reibung abgesehen, wirkt dieser Regulator daher nicht wie ein Watt'scher Centrifugalregulator als ein Moderator der Wechsel der Rotationsgeschwindigkeit, sondern erhält sie vollständig konstant, ist mithin ein wirklicher Regulator.

Wenn der Apparat durch ein gleichförmig wirkendes Gewicht in Bewegung gesetzt wird, so ist diese Konstruktion des Windfanges nicht nöthig, und für solche Apparate wenden daher auch die Herren Siemens & Halske den gewöhnlichen Windfang mit festen Flügeln an.

Der grosse Volta-Induktor für die zweite Londoner Weltausstellung.

1862.

Derselbe besteht aus einem cylindrischen Drahtkerne aus 1,3 mm dicken, 95 cm langen, gefirnissten Eisendrähten, welche mittelst Kitt zu einem 60 mm dicken Cylinder zusammengeleimt sind. Dieser Eisenkern ist mit zwei Windungslagen 2,5 mm dicken Kupferdrahtes umwunden. Eisenkern und Windungen wiegen 35 Pfund. Dieses mit Kupferdraht umwundene Eisenbündel steckt in einem Rohr von hornisirtem Kautschuk, welches an den Enden 26 mm, in der Mitte 12 mm dick ist. Auf diesem Rohr sind 150 dünne Scheiben von hornisirtem Kautschuk in gleichen Abständen befestigt. Starke Scheiben von derselben Masse bilden die seitliche Begrenzung des für die sekundäre Spirale bestimmten Raumes. Die einzelnen Zellen zwischen den Querscheiben sind mit nur 0,14 mm dickem, mit Seide übersponnenem und dann mit einem passenden Firniss überzogenem Kupferdraht umwickelt. Die Drahtlänge ist ca. 10 755 m, welche 299 198 Windungen um den Kern des Apparates laufen. Das Gewicht des Kupferdrahtes beträgt 58 Pfund. Der Widerstand des sekundären Drahtes beträgt 162 000 m Quecksilber von 1 qmm Querschnitt bei der Temperatur des Gefrierpunktes. Die primäre Spirale besteht aus zwei Wickelungen von je 0,32 Quecksilber-Einheiten Widerstand, welche nach Belieben parallel oder hintereinander geschaltet werden können.

Die isolirende Röhre ist aus dem Grunde in der Mitte weniger dick wie an den Enden, weil einmal die elektrische Spannung in der Mitte geringer, unter normalen Verhältnissen sogar = 0 ist und nach den Enden hin anwächst, also ein Durchschlagen der Röhre zum Eisenkerne hin nur an den Enden zu befürchten ist, hauptsächlich aber deswegen, weil die der Röhre zunächst liegenden Windungen der sekundären Spirale mit der primären Spirale eine Leydener Flasche bilden. Die Kapacität dieser Doppelflasche muss aber möglichst klein

sein, da sonst die im sekundären Draht geschiedenen Elektricitäten durch den Eisenkern gebunden werden, mithin die Schlagweite wesentlich vermindert wird. Da in der Mitte im sekundären Draht keine Spannung ist, so findet dort auch keine nachtheilige Flaschenwirkung statt. Die zweckmässigste Form der Oberfläche der Röhre ist daher die parabolische des Querschnitts.

Die Batterie muss stets so eingeschaltet werden, dass die positive Elektricität am geschlossenen Ende des Apparates, die negative dagegen an dem Ende, wo die primären Drähte zum Vorschein kommen, auftritt, weil der Funke stets vom positiven Pole ausgeht, die Schlagweite des positiven Pols mithin weit grösser ist. Würde bei grossen Schlagweiten die positive Elektricität am geöffneten Ende des Apparates auftreten, so würde der Funke zu den primären Drähten und dem Eisenkerne überspringen und der Apparat könnte Schaden leiden. Man kann die richtige Stellung des Kommutators der Batterie am besten dadurch erkennen, dass man bei 1 bis 2 Elementen eine Scheibe auf dem Entladungsapparat anbringt und diese mit dem offenen Ende des Apparates in Verbindung bringt. Bei der richtigen Stellung des Kommutators erhält man dann weit längere Funken. Stets muss die Scheibe mit dem Ende des Apparates verbunden werden, an welchem die Lokaldrähte zum Vorschein kommen. Die Scheibe vermehrt die Schlagweite, wenn sie den negativen, vermindert sie, wenn sie den positiven Pol bildet. Ihre Wirkung hat eine doppelte Ursache. Einmal wirkt die Scheibe inducirend auf die positive Spitze, von der die Elektricität des Funkens ausgeht, vermehrt also ihre Spannung und Schlagweite, hauptsächlich vermindert sie aber durch ihre Flaschenwirkung mit den Zimmerwänden die Spannung des negativen Pols, leitet diese also unvollkommen ab, wodurch eine entsprechende Vermehrung der Spannung des positiven Pols, mithin eine vergrösserte Schlagweite entsteht. Man kann sie entbehren, wenn man den negativen Pol ganz zur Erde ableitet, doch ist dies bei grossen Schlagweiten nicht gut, weil die Spannung des positiven Pols dann doppelt so gross wird, ein Ueberschlagen des Funkens zum Eisenkern und in die Luft dadurch dann sehr erleichtert wird. Bei grossen Schlagweiten könnte der Apparat durch vollständige Ableitung des negativen Pols Schaden leiden. Einschaltung einer Flasche von hinlänglicher Dicke und sehr geringer Kapacität zwischen negativem Pol (offenem Ende der sekundären Spirale) und Erde thut jedoch ziemlich dasselbe wie eine Scheibe. — Um stark knallende und leuchtende Entladungsfunken hervorzubringen, muss man eine dickwandige Flasche so mit den Polen der sekundären Spirale in Verbindung bringen, dass die innere Belegung mit dem positiven, die äussere mit dem negativen Pole in leitende Verbindung gebracht ist. Macht man die Entfernung der Pole dann gering, so erhält man eine Reihe von schnell aufeinander folgenden Entladungen

anstatt eines einzelnen Funkens, von einem schrillen Ton begleitet, anstatt eines Knalles.

Der Unterbrechungs-Apparat (Wippe) muss so regulirt werden, dass er sehr langsam schwingt und dass der Schluss der Kette möglichst lang, die Oeffnung kurz und dabei schnell ausgeführt wird. Die längsten Funken erhält man durch langes Schliessen und schnelles Oeffnen mit der Hand.

Der Kondensator besteht aus einer durch lackirtes Papier getrennten Stanniolbelegung von je 15 000 qcm. Er hat bei unserer Konstruktion (abweichend von Ruhmkorff) nur wenig Einfluss auf die Schlagweite, vermindert aber beträchtlich die Stärke des primären Funkens und das Umherschleudern des Alkohols.

Das Platina-Amalgam (auch Silber-Amalgam anwendbar) muss dickflüssig und rein von Oxyd sein und etwa 1/4" über dem Platinastift im äusseren Gefäss stehen. Der Alkohol (absoluter), den man darüber giesst, bis die Flasche ziemlich gefüllt ist, muss erneuert werden, wenn er durch oxydirtes Quecksilber sehr schwarz geworden ist. In das innere Gefäss der Wippe, welches den Strom von zwei Daniell'schen Elementen (welche die Wippe in Gang setzen) unterbricht, braucht nur Quecksilber und Alkohol gegossen zu werden.

Die Batterie muss gut gereinigt und vor dem Gebrauche neu verquickt werden. Die Salpetersäure muss stark sein; nöthigenfalls 1/3 rauchende zur käuflichen hinzugesetzt werden. Am besten ist es, sie nur 1/4 Stunde vor Beginn des entscheidenden Versuches zu füllen und zusammenzusetzen, da sie schnell nachlässt. Sind die Elemente gut, so giebt

1	Element	21	cm Schlagweite
2	„	39	„ „
3	„	47,5	„ „
6	„	58	„ „

bei paralleler Schaltung der Drähte der primären Spirale. Will man mehr Elemente anwenden, so ist die Schaltung hintereinander vortheilhafter.

Ueber 2 Fuss Schlagweite kann man nicht ohne Gefahr gehen, da bei dieser Dichtigkeit von allen Polflächen Funken in die Luft gehen, welche man im Dunkeln sieht. Es scheint dies so ziemlich die zu erreichende Grenze zu sein. Für Experimente vor einem grösseren Publikum machen sich die Funken zwischen zwei Kugeln (ohne Scheibe) bei 6 Elementen und ca. 18 bis 20 Zoll Schlagweite am besten.

Der magnet-elektrische Typen-Schnellschreiber von Siemens & Halske.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 11, S. 271.)

1862 (1864).

Die Idee, die abzutelegraphirenden Depeschen in geeigneten Morseschrift-Typen, wie beim Buchdruck, zu setzen, den Satz dann durch eine mechanische Vorrichtung mit grosser Schnelligkeit abtelegraphiren zu lassen, und so die vorhandenen Telegraphenleitungen vollkommener auszunutzen, indem in einer gegebenen Zeit eine grössere Menge vorher gesetzter Depeschen befördert werden, als dies mittelst des Schlüssels und der Hand des Telegraphisten möglich wäre, ist nicht neu. Abgesehen von der von Siemens & Halske zuerst eingeführten, und später in etwas anderer Form von Wheatstone wieder in Erinnerung gebrachten Anwendung gelochter Papierbänder, welche denselben Zweck verfolgen, hat Morse selbst schon vor zwanzig Jahren eine derartige Vorrichtung versucht. Seine aus Metallblech angefertigten Typen hatten an der Oberkante durch Einschnitte von gleicher Breite gebildete breitere und schmälere Vorsprünge, die genau den Strichen und Punkten der betreffenden Buchstaben des Morsealphabets entsprachen; mit diesen Typen wurde die Depesche längs einer Metallschiene gesetzt und diese wurde dann durch ein Räderwerk unter dem federnden Arme eines mit der Leitung verbundenen Hebels hingeführt; die Schiene selbst und ihr Lager war in leitender Verbindung mit der Batterie, so dass ein Strom durch Schiene und Typen in die Leitung trat, so oft und so lange der Hebel über einen Vorsprung hinglitt, und eine Unterbrechung des Stromes eintrat, so oft der Hebel in einen Einschnitt einfiel. Dieser Apparat hat indes bekanntlich den gehegten Erwartungen nicht entsprochen: abgesehen von der Abnützung der Typen und von anderen Uebelständen, führten der oft unsichere Kontakt der Typen mit der Schiene einerseits und mit dem Hebel anderseits, sowie die bei schneller Bewegung eintretende, vibrirende Bewegung des Hebels Entstellungen der Schrift herbei.

Mit diesem alten Morse'schen Apparat hat der neue Typen-Schnellschreiber im Aeusseren eine gewisse Aehnlichkeit. Indes ist diese Aehnlichkeit, wie die nachfolgende Beschreibung darthun wird, nur eine rein äusserliche. Ein sehr wesentlicher Unterschied beruht darin, dass der Strom bei dem neuen Apparat nicht durch die Typen selbst geführt wird, diese vielmehr durch ihre Vorsprünge nur einen Winkelhebel heben, dessen anderer Arm sich alsdann gegen einen Kontaktpunkt legt und den Stromweg herstellt, während letzterer unterbrochen ist, wenn der Winkelhebel in einen Einschnitt einfällt. Ueberdies werden nicht kontinuirliche Batterieströme, sondern alternirende Induktionsströme angewendet, und dies bedingt eine ganz andere Anordnung der Vorsprünge und Lücken der Typen, deren Form jetzt nicht die geringste Aehnlichkeit mit der Gestalt der Morsezeichen hat, die sie hervorbringen.

In Fig. 96 ist der Zeichengeber des neuen Apparates in Vorderansicht (in $^1/_{18}$ der natürlichen Grösse) dargestellt; die Fig. 97 und 98

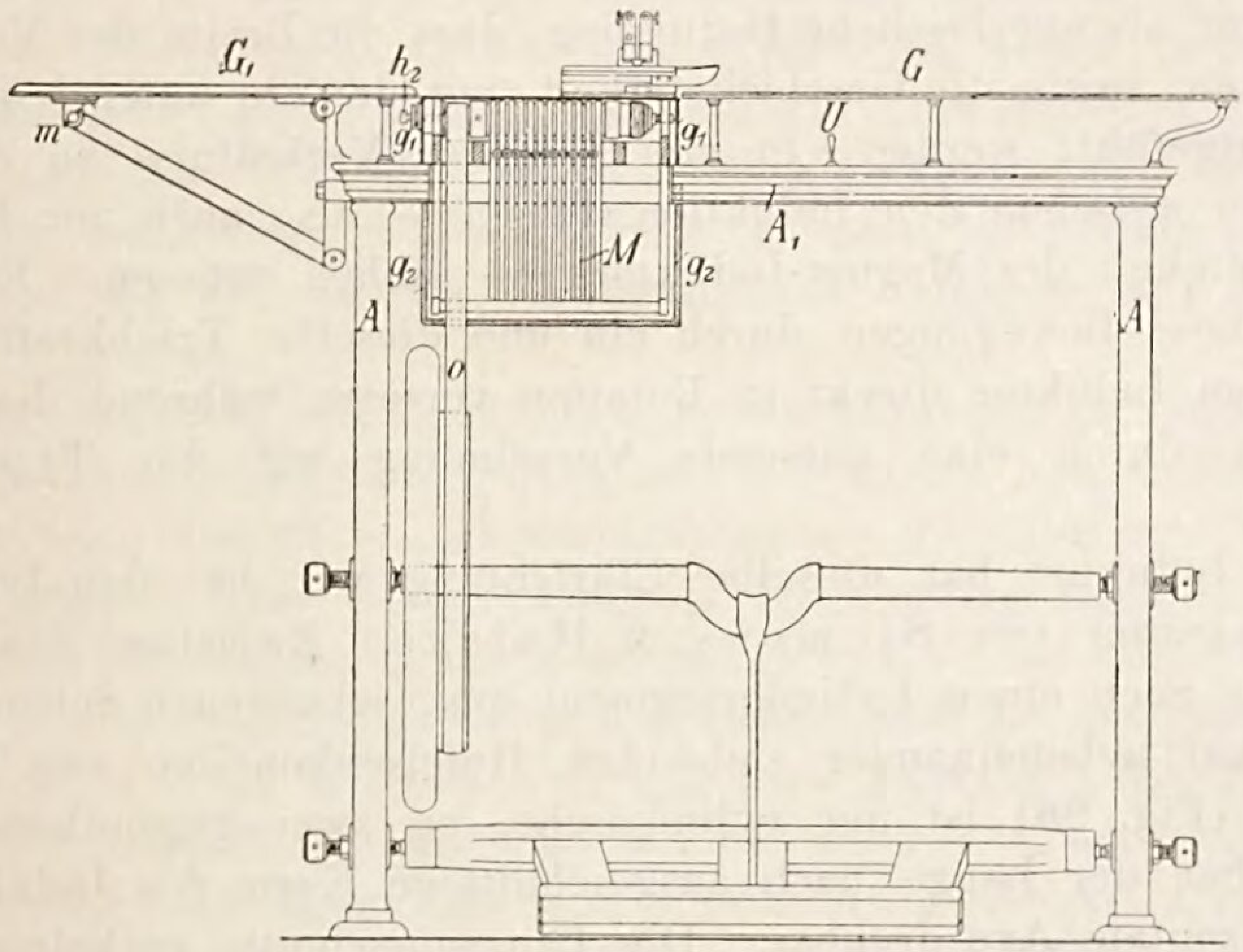


Fig. 96.

enthalten Details der wichtigsten Theile desselben in $^1/_3$ wirklicher Grösse. Als Empfangsapparat dient auf der anderen Station ein sogenannter polarisirter Farbschrift-Schreibapparat, d. h. ein Schreibapparat, dessen Elektromagnet dieselbe Einrichtung hat, wie der des polarisirten Relais von Siemens & Halske. Der Anker desselben wird durch einen positiven Induktionsstoss gegen den Telegraphirkontakt gelegt und bleibt auch nach Aufhören des Stromes daselbst liegen, hält also das Schreibscheibchen gegen das Papier gedrückt, bis ein zweiter, entgegengesetzt gerichteter Induktionsstrom ihn abreisst und wieder gegen den Ruhekontakt legt. Lässt man also die Ströme

eines rotirenden Magnetinduktors ohne Unterbrechung auf einen solchen Schreibapparat wirken, so wird derselbe eine Reihe von Punkten auf dem Papiere erzeugen, deren Länge und deren Abstand voneinander von der Rotationsgeschwindigkeit des Induktors abhängt. Soll aber ein Strich entstehen, so muss unmittelbar nach dem Auftreten des den Anfang des Striches markirenden positiven Stromes der Stromweg unterbrochen werden, so dass der folgende negative Strom nicht auf den Schreibapparat wirken kann; der Anker bleibt alsdann am Telegraphirkontakt liegen und verlängert den Punkt zu einem Strich, bis der Stromweg wieder hergestellt ist, worauf der erste negative Strom den Anker in die Ruhelage zurückführt und den Strich abbricht.

Es ist nun die Funktion der Typen, in den geeigneten Zeitmomenten einerseits durch ihre Vorsprünge den Winkelhebel gegen seinen Kontaktpunkt zu drücken und den Stromweg herzustellen, und anderseits denselben durch ihre Lücken wieder zu unterbrechen. Dies bedingt zunächst eine von der Gestalt der Morsezeichen ganz abweichende Anordnung der Vorsprünge und Lücken der Typen; sodann ergiebt sich daraus als unerlässliche Bedingung, dass die Breite der Vorsprünge und Lücken, sowie die Geschwindigkeit, mit der sie unter dem Winkelhebel fortgeführt werden, in einem festen Verhältniss zu den Zeitintervallen zwischen den Induktionsstössen — also auch zur Rotationsgeschwindigkeit des Magnet-Induktors — stehen müssen. Es werden deshalb diese Bewegungen durch ein und dieselbe Triebkraft bewirkt, welche den Induktor direkt in Rotation versetzt, während dieser seine Bewegung durch eine passende Verzahnung auf die Typenschiene überträgt.

Der Induktor hat dieselbe Einrichtung wie bei den Induktions-Zeigerapparaten von Siemens & Halske. Zwischen den an der Innenseite nach einem Cylindersegment ausgeschnittenen Schenkeln von 12 vertikal nebeneinander stehenden Hufeisenlamellen von Wolframstahl M (Fig. 96) ist der cylindrische, an zwei gegenüberstehenden Seiten aber der Länge nach ausgeschnittene Kern des Induktors um eine horizontale Axe drehbar. Die Längsausschnitte enthalten die der Längsaxe parallel gelegten Windungen des Induktordrahtes und sind über denselben durch eingesprengte, nach dem Cylindermantel gebogene Messingbleche geschlossen. Auf beiden Enden des Induktorkernes sind massive Metallfassungen befestigt, in welche die Axen eingekeilt sind; auf der einen Seite, bei J_1, besteht die Axe, wie in Fig. 98 ersichtlich, aus einem cylindrischen, vorn abgerundeten, gehärteten Stahlzapfen, der in einem metallenen Lager h_1 ruht; auf der anderen Seite läuft die Axe in eine konische Spitze aus, die in einer entsprechenden Vertiefung der Schraube h_2 (Fig. 96) spielt.

Beide Unterstützungspunkte der Induktoraxe befinden sich an dem Rahmen, welcher die Magnete M trägt und miteinander verbindet, und

dieser ruht auf dem, mit einem geeigneten Ausschnitte versehenen Tische A_1 eines gewöhnlichen Drehbankgestelles A, A (Fig. 96) mit Trittwerk, Schwungrad und Riemenscheibe. Die Magnete M treten mit ihrer unteren Hälfte durch die Tischplatte hindurch und sind durch einen gegen die Unterseite der Tischplatte befestigten Holzkasten g_2, g_2 geschützt. Der Induktor und die über der Tischplatte hervorragenden Theile der Magnete sind von einem auf dem Tische befestigten Kasten g_1, g_1 von Messingblech umgeben, dessen Deckel den Bewegungsmechanismus der Typenschienen und die übrigen Apparattheile trägt.

An der linken Fassung des Induktorcylinders befindet sich eine kleine Riemenscheibe, welche durch einen Treibriemen o mit der Riemenscheibe der Drehbank verbunden ist; durch den Fusstritt der Drehbank lässt sich also der stromgebende Cylinder in schnelle Rotation versetzen. Eine in einer Gabel befestigte und durch eine Kurbel verschiebbare Rolle dient zum Anspannen des Treibriemens.

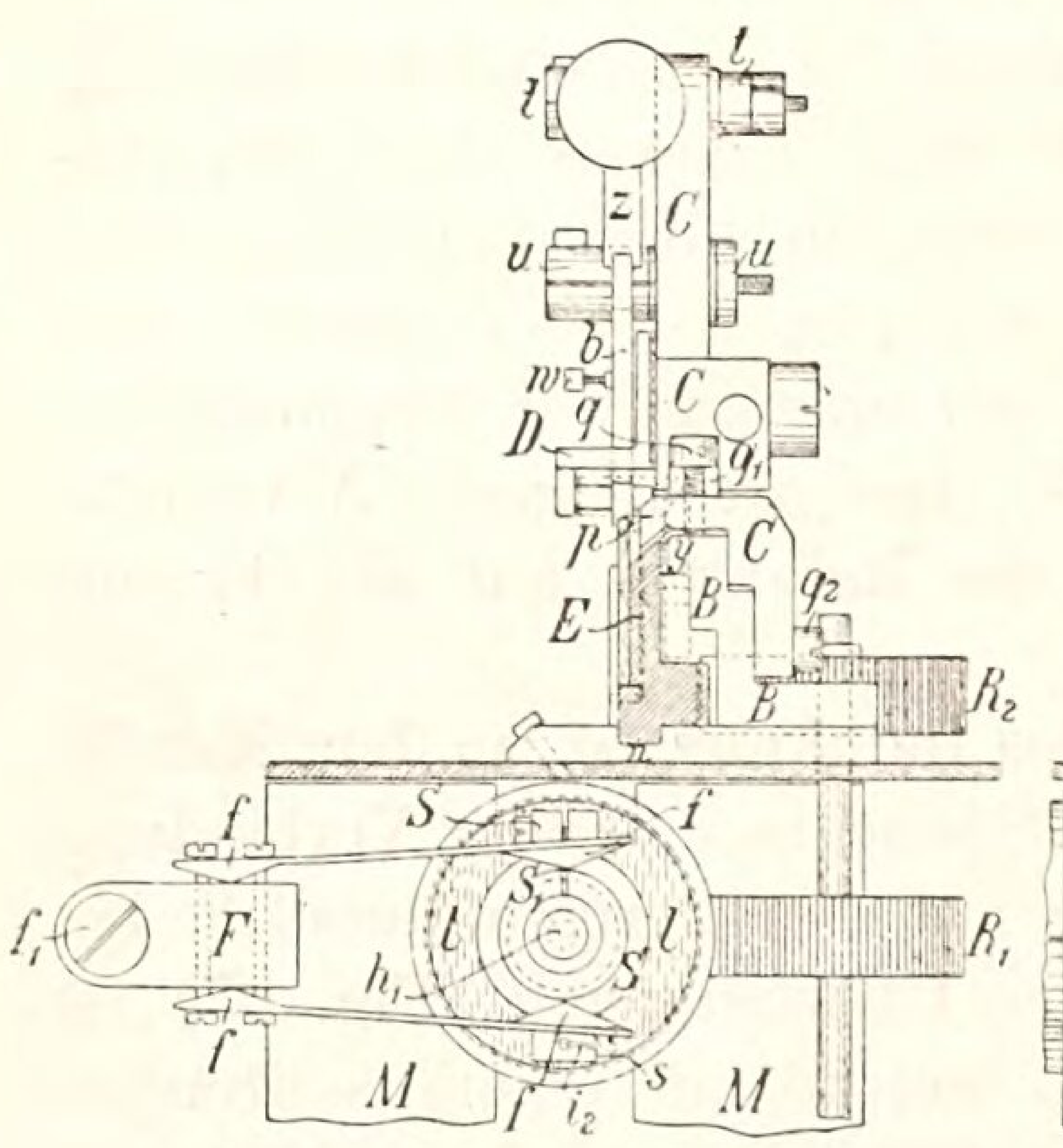
Auf der rechten Fassung des Induktors ist ein starker Stahlring befestigt, der mit einer kurzen Schraube ohne Ende N (Fig. 98) versehen ist. Diese greift in die Zähne eines an einer vertikalen Axe befestigten Rades R_1 (Fig. 97), während ein ganz gleiches, etwas höher an derselben Axe befestigtes Zahnrad R_2 mit einer an der Typenschiene befestigten Zahnleiste in Eingriff steht, so dass die Schraube N mittelst der Räder R_1 und R_2 die Bewegung des Induktors auf die Typenschiene überträgt.

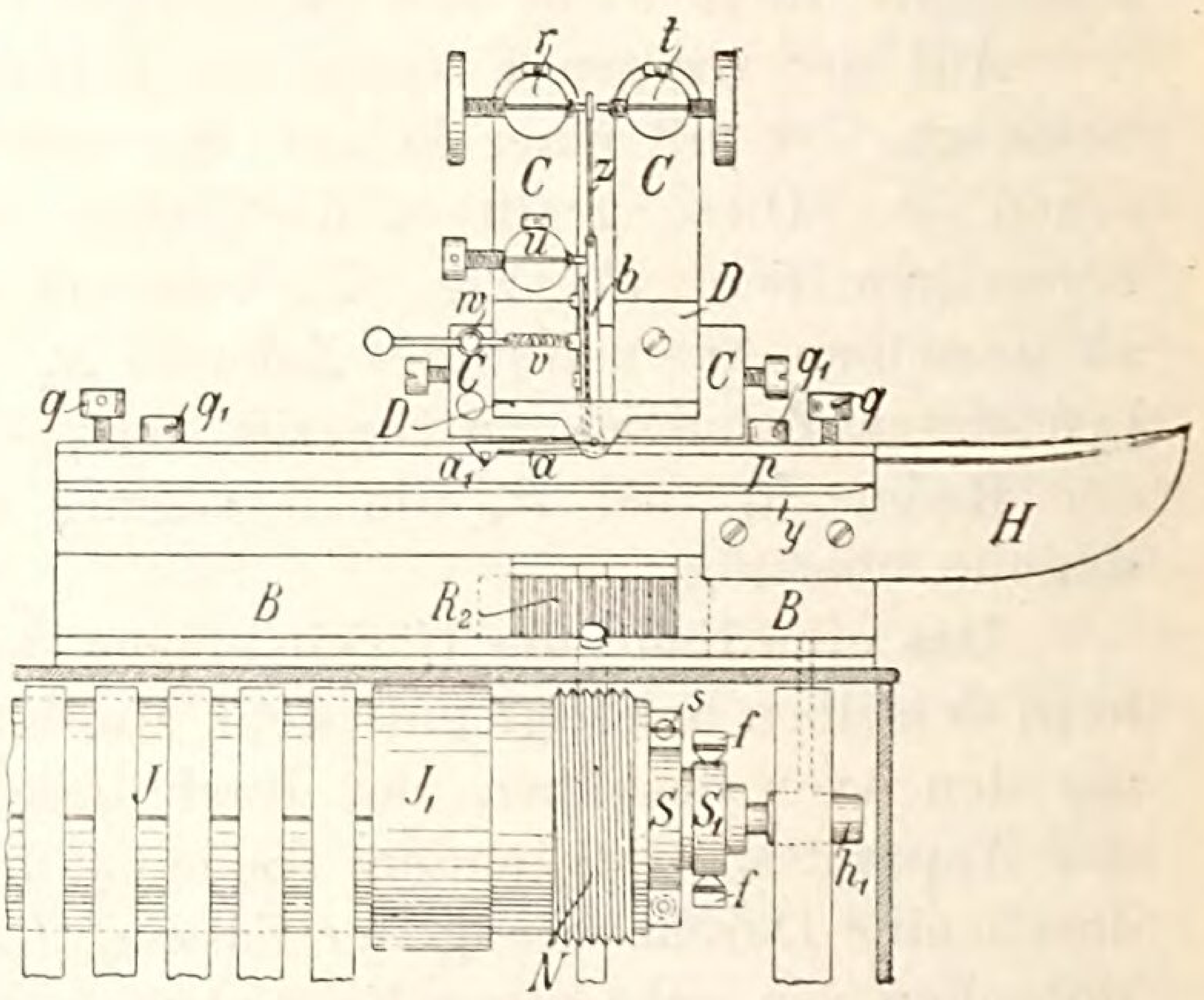
Das eine Ende der Umwindungen des Induktors ist an dem Metallkern desselben befestigt und steht also bleibend in leitender Verbindung mit den Axen desselben und durch diese mit den übrigen Metalltheilen des Apparates. Das andere Ende i_2 der Umwindungen (Fig. 97) ist durch eine Durchbohrung der Fassung J_1, welche mit einem isolirenden Röhrchen von gehärtetem Kautschuk ausgefuttert ist, hinausgeführt und an dem über einen Fortsatz der gedachten Fassung geschobenen, aber durch eine Schicht von gehärtetem Kautschuk l, l von derselben isolirten, metallenen Ringstück S, S durch die Schraube s — Fig. 97 und 98 — befestigt. Das Ringstück S, S hat an zwei diametral gegenüberstehenden Stellen Vorsprünge; es ist an einer Seite durch einen dieser Vorsprünge aufgeschlitzt und wird durch eine hier hindurchgeführte Schraube fest zusammengezogen und gegen die isolirende Unterlage gepresst. Um eine Drehung unmöglich zu machen, ist die in dem anderen Vorsprunge für den Austritt des Drahtes i_2 angebrachte Oeffnung an der Unterseite der Scheibe S, S durch ein kurzes Röhrchen verlängert, welches in den entsprechenden Kanal des Metallstückes J_1 etwas hineingreift.

Zwei Metallfedern f, f, welche mittelst je zwei Schrauben an dem isolirten Metallstück F stellbar befestigt sind, schleifen mit ihren freien Enden beständig auf dem mit einem Stahlreifen belegten vorderen Ab-

satz S_1 des Stückes S. Sie setzen also das Drahtende i_2 mit dem Metallstück F und seiner zur Befestigung von Zuleitungsdrähten dienenden Klemmschraube f_1 in beständige leitende Verbindung.

Die Apparattheile, welche in dem geeigneten Zeitmomente die Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromweges bewirken, stehen auf dem Deckel des den Induktor umschliessenden Metallkastens g_1, g_1; sie sind in den Fig. 97 und 98 in $^1/_3$ natürlicher Grösse dargestellt, und zwar in Fig. 97 in Seitenansicht, in Fig. 98 in Vorderansicht. Der auf dem Deckel des gedachten Kastens unveränderlich befestigte, mit der Längsnuth n versehene Untertheil B, B dient hauptsächlich zur Führung der Typenschiene. An ihm ist der Obertheil C, C durch die Schrauben q_1, q_1 und q_2 befestigt, welche durch etwas weitere Durchbohrungen des Stückes C frei hindurchgehen und in dem Stücke B ihre Muttergewinde finden; die Schrauben q, q, welche in C ihr Mutter-


Fig. 97.


Fig. 98.

gewinde haben und auf das Stück B mit ihren Enden sich stumpf aufstemmen, dienen zur Adjustirung der Stellung von C, C. Eine solche Adjustirung ist nöthig, weil die, einen Theil von C bildende, nach innen abgeschrägte und hier mit Stahl belegte Schiene p, p über die obere schräge Fläche der Typenschiene E übergreift und mit zur Führung dieser Schiene dient. An der Vorderseite von C, C ist das Winkelstück D, D isolirt befestigt, in welchem die Axenlager des Winkelhebels $a\,b$ sich befinden. Die beiden aufrecht stehenden Fortsätze von C, C tragen an ihren Enden die isolirt an ihnen befestigten und mit Kontaktschrauben versehenen Säulchen r und t, welche an der Rückseite — wie in Fig. 97 ersichtlich — mit Mutterklemmen zur Befestigung von Zuleitungsdrähten versehen sind. Unterhalb r ist ein drittes ebensolches Säulchen u mit Kontaktschraube ebenfalls isolirt angesetzt. Der Unterbrechungshebel $a\,b$ besteht aus zwei voneinander

isolirten Theilen: dem unmittelbar auf der Axe befestigten, aufrecht stehenden Stäbchen *b*, dessen oberes, durch die federnde Zunge *z* gebildetes Ende zwischen den Kontaktschrauben *r* und *t* spielt, und dem isolirt daran befestigten leichten Winkelstück *a*. Letzteres trägt am Ende seines horizontalen Armes ein Prisma von Achat mit abwärts gekehrter Schneide a_1, unter welchem die Typen hingeführt werden. Wenn diese Schneide durch einen Vorsprung einer Type gehoben wird, so legt sich der Hebel mit seiner Zunge *z* gegen die Kontaktschraube *t*; befindet sich dagegen eine Lücke der Typen unter der Schneide a_1, so wird die Zunge durch die an dem vertikalen Schenkel von *a* befestigte Spiralfeder *v* gegen die andere Kontaktschraube *r* gezogen. Die dritte Kontaktschraube *u*, welche weiter unten gegen das starre Stäbchen *b* trifft, dient nur zur grösseren Sicherung des Spieles, indem sie verhindert, dass die Zunge *z* sich zu stark durchbiegen und die Schneide a_1 zu tief in die Lücken der Typen eingreifen kann.

Die Typenschiene *E* ist in den Fig. 99 und 100 dargestellt, Fig. 99 zeigt die Hinteransicht, Fig. 100 den Querschnitt derselben; Fig. 101 zeigt die Art und Weise, wie zwei Schienen aneinander gestossen werden. Mit dem unteren Vorsprunge e_2 gleitet die Schiene in der Nuth *n* und den nach beiden Seiten hin die Verlängerung derselben bildenden Rinnen *G* und G_1 (Fig. 96), von denen die letztere nach Herausnahme des Bolzens *m* herabgeklappt werden kann, wenn der Apparat nicht in Thätigkeit ist. An ihrem oberen Theile wird die Schiene durch die den obersten Theil des Stückes *B* bildende Leiste *y*, *y* und durch die über die obere schräge Fläche von *e* übergreifende Schiene *p*, *p* geführt, wie aus den Fig. 97 und 98 ersichtlich. Ein gegen die kommende Schiene hin mit schwacher Krümmung sich allmählich nach Aussen erweiterndes Winkelblech *H* leitet den Anfang der Schiene, resp. der einzelnen Schienenstösse, sanft und ohne Stoss in die Führungsleisten, deren Enden zu dem Zweck nach dieser Seite hin ebenfalls rundlich erweitert sind.

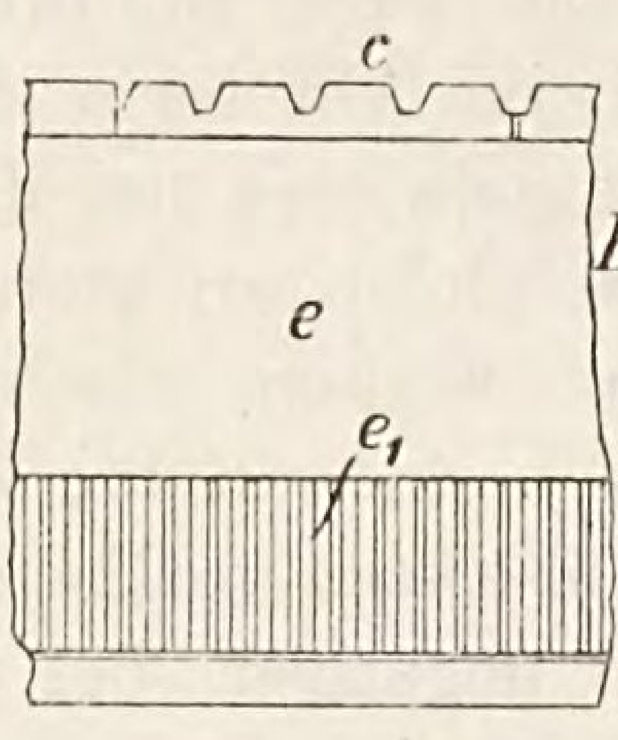


Fig. 99.

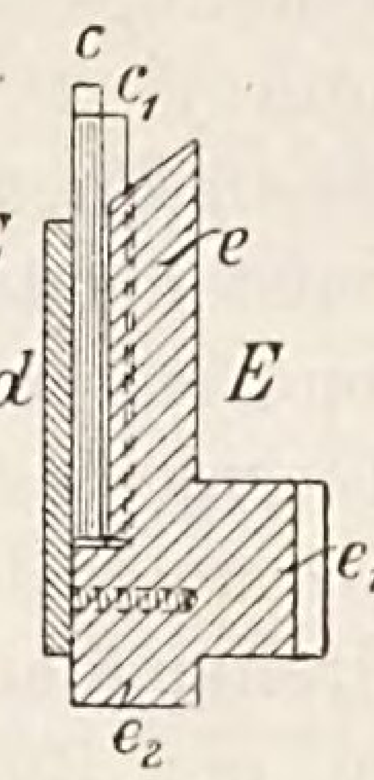
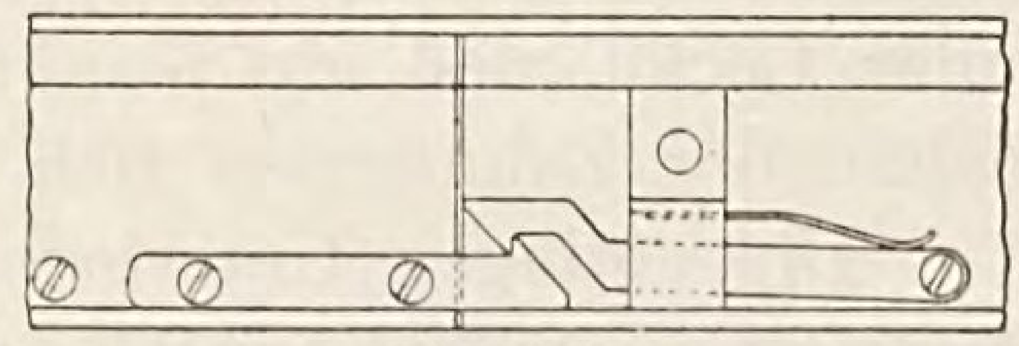


Fig. 100.


Fig. 101.

An der Hinterseite der Schiene befindet sich die Zahnleiste e_1 (Fig. 100), in welche die Zähne des Rades R_2 eingreifen und dadurch die Fortbewegung der Schiene bewirken. An der vorderen, dem Schlitz zugekehrten Seite von *e* befindet sich eine Reihe von vertikalen Nuthen, welche genau den Einschnitten der Zahnleiste e_1 entsprechen müssen.

In den Schlitz zwischen dem Theile *e* und der angeschraubten Vorderwand *d* der Schiene werden die Typen *c* eingesetzt, welche die Form rechteckiger, an der Oberkante mit den betreffenden Einschnitten versehener Blechstücke von einer der Breite des Schlitzes entsprechenden Dicke haben. Sie wurden anfangs aus Messingblech geschnitten, werden jetzt aber durch Guss aus Letternmetall hergestellt und zum grösseren Schutz gegen Abnutzung mit einem Ueberzuge von galvanisch niedergeschlagenem Nickel versehen; jede Type ist auf der vorderen, flachen Seite mit dem Buchstaben bezeichnet, den ihre Vorsprünge und Einschnitte in Morseschrift erzeugen. Um die Typen in eine bestimmte Lage zu den Zähnen des Rades R_2, mithin auch zur augenblicklichen Lage des Induktors zu bringen, ist jede derselben an der vorderen Seitenkante mit einer Leiste c_1 versehen, welche in eine der Nuthen von *e* eingreift.

Jede ganze Umdrehung des Induktors schiebt das Rad R_1 und somit auch das Rad R_2 und die Zahnleiste e_1 um einen Zahn weiter. Bei jeder Umdrehung der Induktoraxe entstehen aber in dem Umwindungsdraht zwei Induktionsstösse von entgegengesetzter Richtung (die je 2 beim Abreissen der einen Seite des Eisenkernes von dem einen Magnetpole und bei der Näherung derselben an den anderen Pol entstehenden gleichgerichteten Stösse fallen hier der Zeit nach fast zusammen und wirken wie ein Strom, weil die betreffende Seite des Eisenkernes bereits in die Wirkungssphäre des zweiten Poles tritt, ehe sie noch den ersten verlassen hat), etwa bei der ersten Hälfte der Umdrehung ein negativer, bei der zweiten Hälfte ein positiver; mag ferner in der Ruhelage, aus der die Drehung beginnt, das Prisma a_1 sich über einer Lücke der Zahnleisten befinden, so wird auch bei fortgesetzter Drehung des Induktors, sofern der leitende Weg einerseits zur Erde und anderseits zur Leitung nicht unterbrochen wird, stets ein negativer Strom in die Leitung treten, so oft das Prisma a_1 über einer Lücke, und ein positiver Strom, so oft dasselbe über einem Zahne der Zahnleisten sich befindet.

Die nöthigen Unterbrechungen des Stromweges werden, wie schon zu Anfang erwähnt, durch den Hebel *a b* bewirkt; der Kontakt zwischen der Zunge *z* und der Schraube *t* ist in den Stromweg eingeschaltet; letzterer ist hergestellt, so oft a_1 gehoben und dadurch die Zunge gegen die Kontaktschraube *t* gedrückt wird, er ist dagegen unterbrochen, wenn a_1 herabsinkt und die Zunge sich gegen den Ruhekontakt *r* legt. Setzt man daher in die Typenschiene einen Blechstreifen ohne Einschnitte und von geeigneter Breite ein, so dass *z* bleibend gegen die Kontaktschraube *t* gedrückt wird, so werden alle entstehenden Ströme in abwechselnder Richtung zur anderen Station gelangen und auf einem dort eingeschalteten polarisirten Apparate eine Reihe von Punkten entstehen lassen, indem stets ein positiver Strom

den Schreibhebel gegen das Papier legt, der darauf folgende negative Strom aber ihn wieder gegen den Ruhekontakt zurückführt. Soll aber ein Strich erhalten werden, so muss der Stromweg unterbrochen sein, so oft ein negativer Strom entsteht, so dass nur die positiven Stösse in die Leitung gelangen können, d. h. es muss die Type auf der ganzen Länge des Striches über den Lücken der Zahnleisten Einschnitte erhalten, oder es muss nach dem positiven Induktionsstosse, der den Anfang des Striches markirt, der Stromweg für die ganze Länge des Striches und bis zum Auftreten desjenigen negativen Stromes, der den Strich beenden soll, unterbrochen werden, so dass in der Zwischenzeit gar kein Strom zum Apparat gelangen kann, der Hebel also am Telegraphirkontakt liegen bleibt, bis er vom ersten wieder ankommenden — negativen — Strom gegen den Ruhekontakt zurückgeworfen wird, d. h. die Type muss beim Anfang des Striches über einem Zahne der Leisten einen schmalen Vorsprung, dann einen breiteren Einschnitt und am Ende des Striches über einer Lücke der Zahnleisten wieder einen Vorsprung erhalten. Letztere Einrichtung verdient den Vorzug, weil sie einen weniger schroffen Wechsel der Polarität der Elektromagnetkerne herbeiführt.

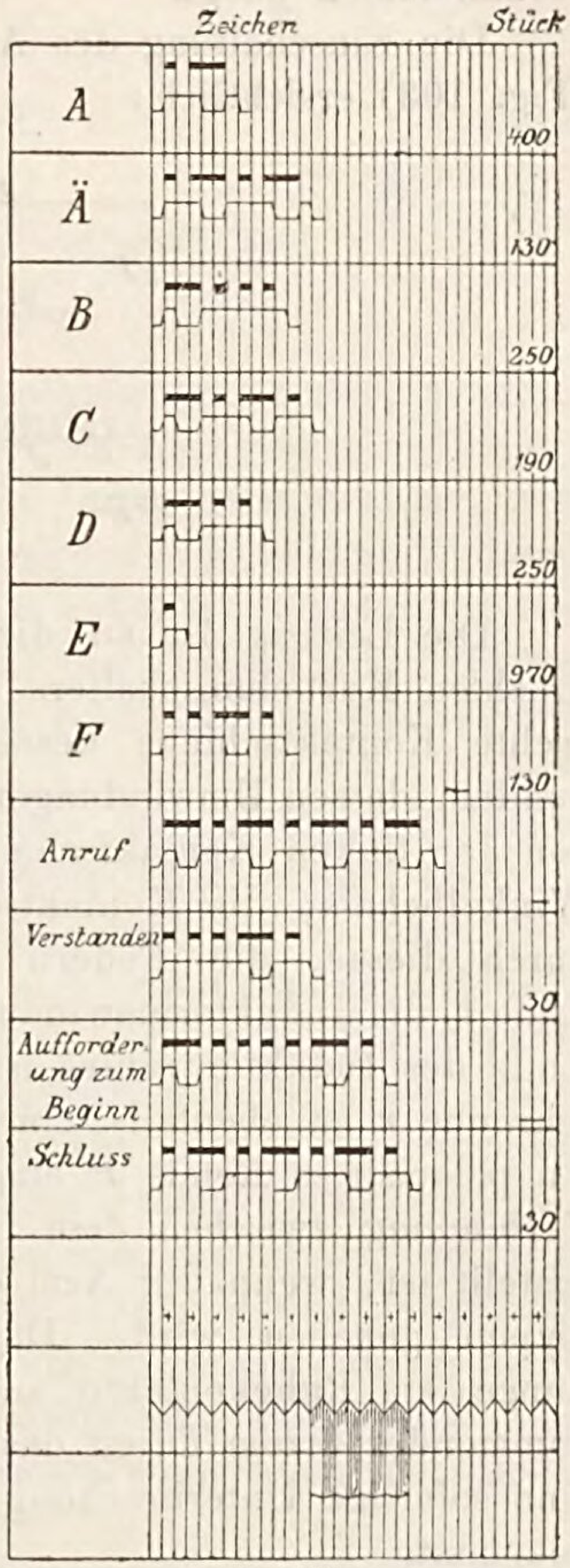


Fig. 102.

Demgemäss erhielten die oberen Ränder der Typen für die verschiedenen Buchstaben des Morsealphabets eine Gestalt, von der Fig. 102 einige Beispiele zeigt. Die Vertikallinien dieser Figur entsprechen der Theilung der Zahnleisten der Typenschiene dergestalt, dass das 1., 3., 5., 7. Feld u. s. f. die Lücken, das 2., 4., 6. u. s. f. die Zähne der Zahnleisten repräsentiren. Alle Typen beginnen mit einem Vorsprung im zweiten Felde, also über dem ersten Zahne, und bei allen endet der letzte Vorsprung über einer Lücke, so dass bei jeder Type der letzte Strom, den sie zur anderen Station sendet, ein negativer ist, der den Hebel in die Ruhelage zurückführt. Hinter dem letzten Vorsprung folgt dann stets noch ein Ausschnitt von der Breite eines Zahnes, so dass jede Type eine gerade Zahl von Feldern und eine ganze Anzahl

von Umdrehungen des Induktors in Anspruch nimmt. Zugleich wird dadurch bewirkt, dass beim Aneinanderreihen mehrerer Typen zwischen den einzelnen Buchstaben ein grösserer Zwischenraum — drei Punktbreiten — entsteht.

Die den Typen beigesetzten Zahlen sind Verhältnisszahlen, welche angeben, wie oft das betreffende Zeichen durchschnittlich in der Schrift vorzukommen pflegt.

Die Einschaltung des Apparates ist aus der nachstehenden Skizze (Fig. 103) ersichtlich:

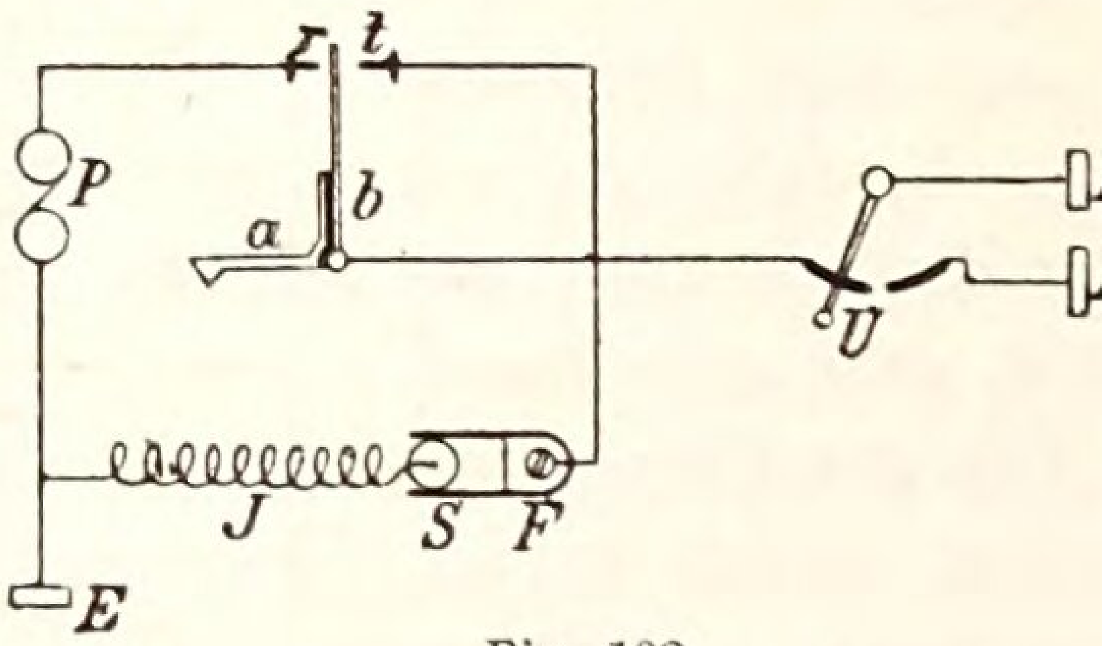


Fig. 103.

Die Leitung ist an die Kurbel eines anf der Tischplatte angebrachten Kurbelumschalters U — in Fig. 96 sichtbar — geführt; die rechte Kontaktschiene desselben ist mit dem Empfangsapparat verbunden, dessen Umwindungen mit ihrem anderen Ende an Erde liegen; von der linken Kontaktschiene führt ein Draht zu dem Axenlager des Winkelhebels; die Kontaktschraube t ist mit dem Metallstück F und durch dieses, die Federn f, f und den Ring S_1 mit dem einen Ende i_2 der Induktorumwindungen permanent in Verbindung; das andere Ende des Induktordrahtes ist an die Erde gelegt und von der Kontaktschraube r ist ebenfalls eine Leitung zur Erde hergestellt, in welche ein polarisirtes Relais P eingeschaltet ist. Es ist ersichtlich, dass die Verbindung zwischen dem Induktor und der Leitung nur dann hergestellt ist, wenn der Arm a des Hebels durch einen Vorsprung der Typen gehoben wird. Dagegen kann in den Momenten, wo die Zunge am Ruhekontakte anliegt, ein von der anderen Station herkommender Strom durch das Relais P zur Erde gelangen; es ist also eine sofortige Unterbrechung möglich, falls die Schrift nicht deutlich ankommt.

Im Vorstehenden ist der Apparat beschrieben, wie er jetzt (im Jahre 1864) ausgeführt wird; die bereits in Betrieb stehenden (im Jahre 1862 gebauten) Exemplare haben eine etwas andere Konstruktion und sind dementsprechend auch abweichend eingeschaltet.

Der ganz metallene, mit einem Stahlprisma, statt mit einem solchen von Achat, versehene Winkelhebel ab besteht aus einem Stück und steht in leitender Verbindung mit den übrigen Metalltheilen des Apparates, indem auch die Isolationsschicht zwischen den Theilen D und C

fehlt; von den die Kontaktschrauben tragenden Säulchen braucht daher auch nur *r* isolirt zu sein. Die Unterbrechung des Stromweges findet alsdann nicht zwischen Induktor und Leitung, sondern zwischen Induktor und Erde statt. Die Schaltung ist wie in Fig. 104 skizzirt.

Das durch die Schleiffedern mit dem Ende i_2 des Induktordrahtes in Berührung stehende Metallstück *F* ist mit der linken Schiene des Umschalters und durch diese und die Kurbel bei der Sprechstellung mit der Leitung verbunden; das andere Ende des Induktordrahtes steht durch die Metalltheile des Apparates mit dem Hebel *a* in leitender Verbindung, ist aber durch die polirte Tischplatte von der Erde isolirt. Dagegen ist der Telegraphirkontakt *t* mit der Erde verbunden. Es ist also hier der Stromweg vom Induktor zur Leitung stets offen; der Weg vom anderen Ende des Induktordrahtes zur Erde dagegen ist unterbrochen, so lange die Zunge am Ruhekontakt liegt, und wird erst hergestellt, wenn der Hebel *a* gehoben und dadurch die Zunge gegen den Telegraphirkontakt gedrückt wird. Eine Unterbrechung der abgehenden Korrespondenz von der anderen Station aus ist bei dieser Einrichtung nicht möglich.

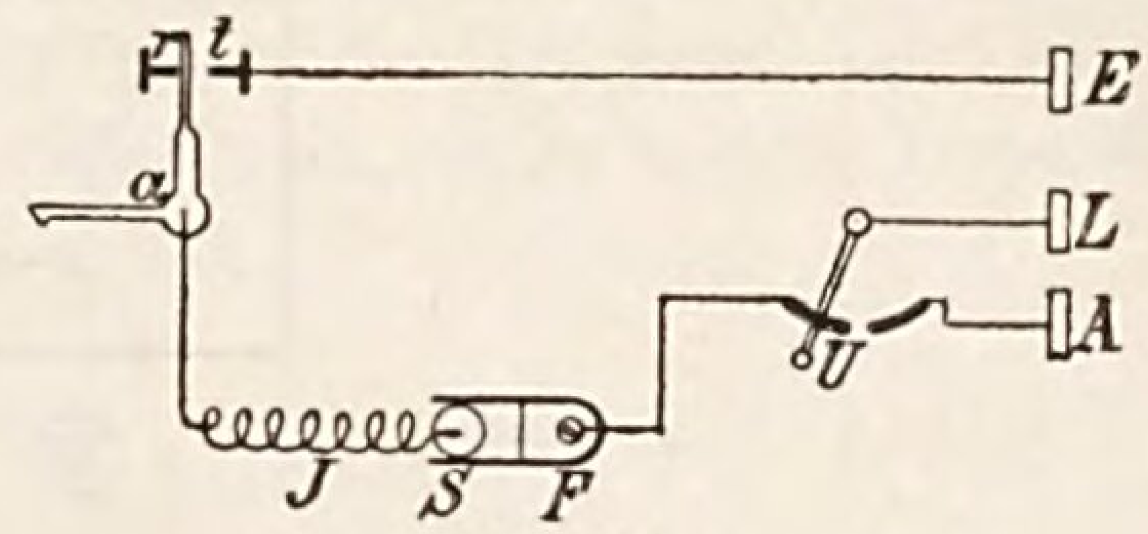


Fig. 104.

Eine andere in der Ausführung begriffene Abänderung des Apparates hat in der Zeichnung nicht mehr berücksichtigt werden können; dieselbe besteht darin, dass die oberen Apparattheile so weit nach rechts verrückt werden, dass das Prisma a_1 sich genau über dem Punkte befindet, wo das Rad R_2 mit der Zahnleiste e_1 in Eingriff steht. Wenn nämlich die Fuge an der Verbindungsstelle zweier Schienenstösse etwas klafft — was kaum zu vermeiden — so entsteht in dem Augenblicke, wo diese Stelle mit dem Rade R_2 in Eingriff kommt, eine Unregelmässigkeit in der Bewegung, welche das Zeichen der Type, die sich gerade unter dem Prisma befindet, entstellen kann. Dieser Uebelstand wird durch die gedachte Verrückung des Hebels gehoben, indem jetzt in den Momenten, wo eine solche Verbindungsstelle das Rad R_2 erreicht, das Prisma sich stets über einer Lücke zwischen zwei Typen befindet, die Leitung also unterbrochen ist.

Die Geschwindigkeit des Abtelegraphirens der vorher gesetzten Depeschen mittelst des vorbeschriebenen Apparates übertrifft bedeutend diejenige, welche bisher zu erreichen möglich war. Die ausgeführten Apparate gestatten 60 bis 80 Worte in der Minute abzutelegraphiren, es ist aber kein Hinderniss vorhanden, die Geschwindigkeit noch wesentlich zu steigern.

Die Tragweite des Apparates ist eine sehr bedeutende, so dass eine direkte Korrespondenz zwischen den meisten europäischen Hauptorten ohne Translation möglich erscheint.

Sollte gleichwohl eine Translation irgendwo nicht zu umgehen sein, so könnte sie nach folgendem Schema (Fig. 105) hergestellt werden:

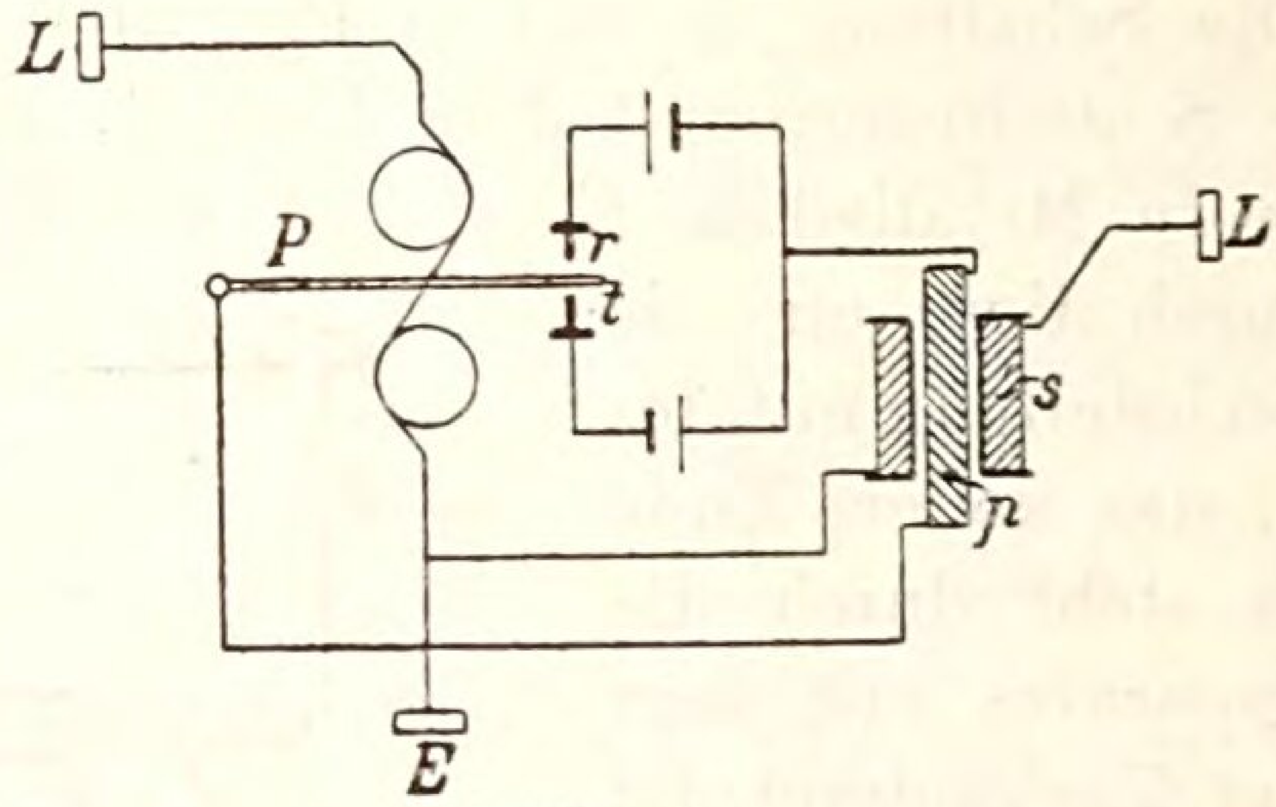


Fig. 105.

Ein auf der Uebertragungsstation in den ankommenden Strom eingeschaltetes polarisirtes Relais *P* schliesst, indem seine Zunge sich gegen den Ruhe- oder gegen den Telegraphirkontakt legt, je eine von zwei entgegengesetzt geschalteten Batterien, welche beide ihren Strom — doch in entgegengesetzten Richtungen — durch die primäre Spirale *p* senden. In Folge dessen sendet die zwischen Erde und weitergehende Leitung eingeschaltete sekundäre Spirale *s* einen positiven Induktionsstoss in die weitergehende Leitung, so oft die Zunge durch einen ankommenden positiven Strom gegen den Telegraphirkontakt gelegt wird, und einen negativen, so oft die Zunge an den Ruhekontakt zurückgeht.

Der beschriebene Apparat ist seit etwa einem Jahre auf mehreren preussischen Telegraphenlinien versuchsweise eingeführt und zur regelmässigen Depeschenbeförderung benutzt. Wie schon oben hervorgehoben wurde, besteht der Nutzen, den er bringt, darin, dass mit seiner Hülfe durch e i n e n Leitungsdraht in derselben Zeit 6 bis 7 mal soviel Worte befördert werden können, wie durch Handarbeit mittelst des Morse-Schlüssels. Ferner ist ein Irrthum des Telegraphisten beim Geben der Depeschen ausgeschlossen, da der Satz vor der Abtelegraphirung verificirt werden kann. Endlich ist die Schrift fast mathematisch korrekt; es sind mithin auch Fehler der Ablesung weit seltener. Dagegen kostet das Setzen der Depeschen ziemlich ebensoviel Zeit, wie die Handtelegraphirung, und die Kollationirung der Depeschen ist weniger bequem, da man stets eine grössere Zahl von Depeschen hinter einander ohne Unterbrechung fortgeben muss. Von wesentlichem Nutzen wird das neue System daher nur zwischen solchen entfernten Hauptpunkten sein, für welche die vorhandenen Drähte nicht ausreichen, um die sich aufhäufenden Depeschen schnell genug zu befördern. Es wird zwar in diesen Fällen keine Arbeitskraft an den Abgangs- und Empfangsstationen erspart, auch kommt eine bei überhäufter Linie aufgegebene Depesche nicht schneller an den Ort ihrer Bestimmung; wohl aber

wird die Anlage und Unterhaltung neuer Leitungen zwischen den betreffenden Orten erspart, und die Anhäufung von unbeförderten Depeschen in Zeiten grossen Andranges, wo es besonders auf schnelle Beförderung ankommt, vermieden. Bedenkt man ferner, dass die weitere Vermehrung der Leitungsdrähte an Eisenbahnlinien schon jetzt auf technische Hindernisse stösst, die sich bei weiterer Entwickelung der Telegraphie noch bedeutend steigern werden, und dass jeder neue an die Pfosten gehängte Draht die Sicherheit des Dienstes der schon vorhandenen Drähte vermindert, so kann man dem neuen Apparate eine wesentliche Bedeutung nicht absprechen.

Abgeänderte Konstruktion des Typen-Schnellschreibers von Siemens & Halske zum Betriebe durch Batterieströme.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegr.-Vereins Bd. 14, S. 29.)

1866.

Bei dem im XI. Jahrgang (1864) dieser Zeitschrift beschriebenen und abgebildeten magneto-elektrischen Typen-Schnellschreiber [1]) hat sich die Anwendung der Induktionsströme auf die Dauer nicht in dem Maasse bewährt, als man anfangs zu hoffen sich berechtigt glaubte. Die beim Betriebe desselben auftretenden Schwierigkeiten hatten ihren Grund theils darin, dass bei der kurzen Dauer der Induktionsströme auch die geringste Formänderung der Typenvorsprünge, etwa durch Abnutzung der Ecken derselben, und die geringste Verschiebung der Typen auf der Schiene falsche Zeichen hervorbrachten, theils in dem Umstande, dass die Induktionsströme durch die auf der Linie stets vorhandenen Isolationsfehler in höherem Maasse beeinflusst werden, als Batterieströme.

Es wurden daher die vorhandenen Apparate auf Anordnung der Königl. Preuss. Telegraphen-Direktion unter Beseitigung der Magnetinduktoren zum Betriebe durch Batterieströme umgeändert. Die Konstruktion, welche die Herren Siemens & Halske diesem Apparat zu dem Zweck schliesslich gegeben haben, ist in den Fig. 106—108 abgebildet.

Die Änderung erstreckt sich nur auf den Zeichengeber. Der Empfangsapparat ist derselbe wie früher, nämlich ein polarisirter Farbschrift-Morse-Apparat. Dem Wesen dieses Apparates gemäss musste also der Zeichengeber in der Weise eingerichtet werden, dass er, ähnlich wie der früher benutzte Magnetinduktor, Ströme von wechselnder Richtung in die Leitung sendet, dass er also etwa den Zinkpol der Batterie mit Leitung und den Kohlepol derselben mit Erde verbindet,

[1]) vgl. die vorhergehende Abhandlung dieser Sammlung, S. 172 ff.

wenn auf der anderen Station ein Zeichen erscheinen soll, und dass er umgekehrt Kohle an Leitung und Zink an Erde legt, wenn das Zeichen abgebrochen und zu dem Ende der Ankerhebel des Morse in die Ruhelage zurückgeführt werden soll.

Fig. 106 zeigt die Vorderansicht, Fig. 107 die Oberansicht des Zeichengebers, Fig. 108 endlich die Ansicht der Kontakthebel nach Fortnahme der vorderen Apparattheile und der Schiene, welche in

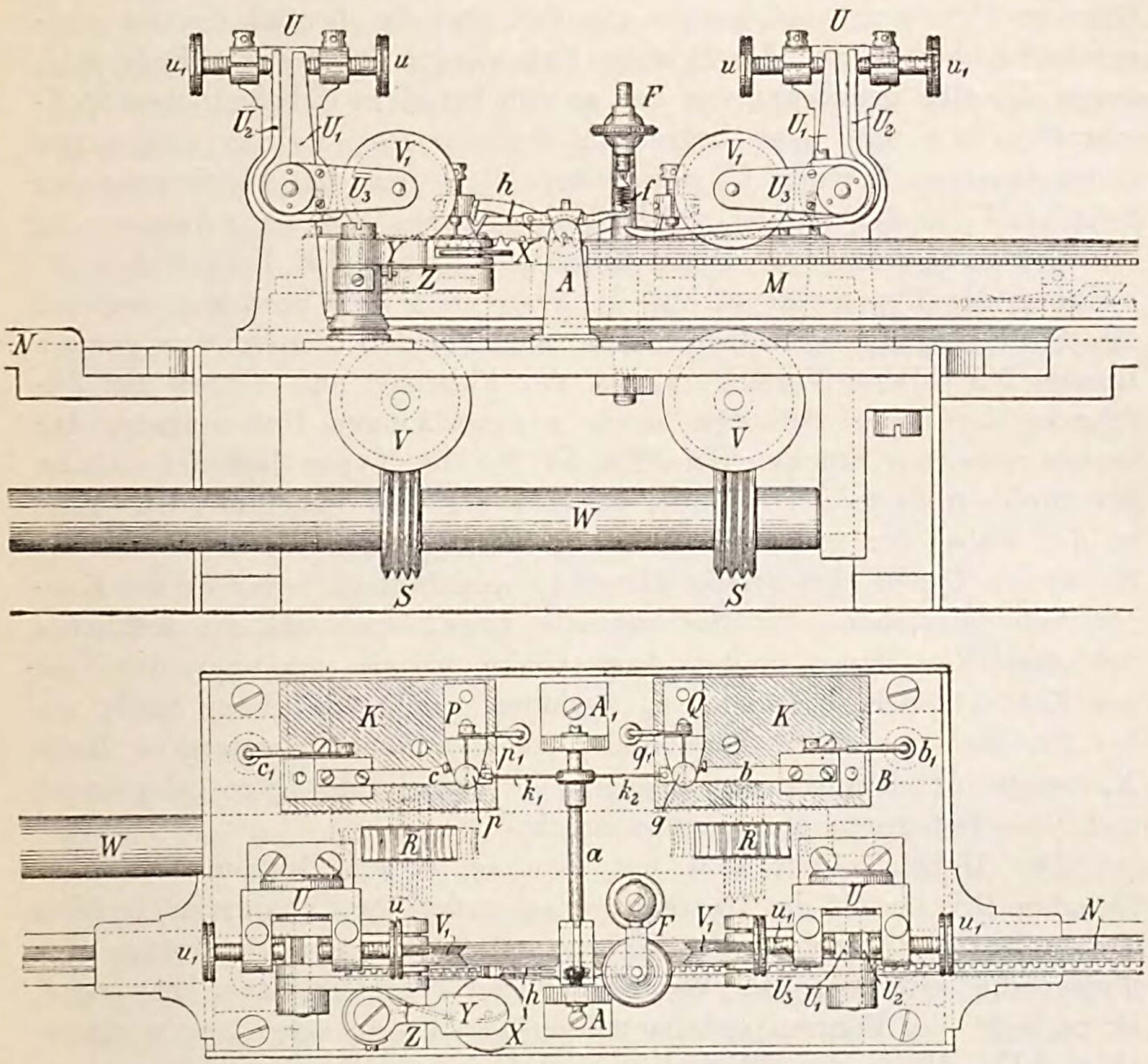


Fig. 106 und 107.

Fig. 106 jene Theile verdecken; sämmtlich in $^{3}/_{10}$ der wirklichen Grösse.

Das Untergestell mit Trittbrett, Kurbel und Schwungrad hat die frühere Einrichtung behalten und ist daher hier nicht mit abgebildet. Ein über das Schwungrad und eine auf der horizontalen Welle *W W* aufsitzende kleine Riemenscheibe gezogener Treibriemen überträgt die Bewegung des Schwungrades auf jene Welle, welche hier — da der Induktor fortgefallen — lediglich die Funktion hat, die Typen-

schiene fortzuschieben. Sie trägt zu dem Zweck zwei kurze cylindrische Stücke S (Fig. 106), in deren Mantel grobe Schraubengewinde eingeschnitten sind, welche in passend geschnittene, an Querwellen befestigte Zahnräder $R\,R$ (Fig. 107) eingreifen. An den vorderen Enden dieser Querwellen sind zwei Scheiben $V\,V$ befestigt, in deren Umfang eine dreieckige Nuth eingedreht ist; auf diesen Scheiben ruht die Typenschiene M, deren untere, prismatische Kante genau in die Nuthen passt. Zwei ähnliche Nuthenscheiben $V_1\,V_1$, welche in den Gabeln U_3 an den Ständern U befestigt sind, greifen von oben über die ebenfalls dreieckig zugeschärfte obere Kante der Schiene und werden durch starke Federn U_2 gegen dieselbe gedrückt; von den an den Ständern U befindlichen Stellschrauben $u\,u$ und $u_1\,u_1$ begrenzen die ersteren, welche sich gegen einen massiven Fortsatz U_1 der Gabeln U_3 legen, die Annäherung der Scheiben V_1 an die Schiene, während die anderen beiden zur Anspannung der Federn U_2 dienen. Diese 4 Nuthenscheiben $VV\;V_1V_1$ bilden die Führung der Typenschiene, und die ersteren beiden bewirken zugleich die Fortbewegung derselben. Die nach beiden Seiten vorragenden Rinnen NN bilden Verlängerungen der Führung und dienen zur Zuführung der neuen Schienen sowie zur vorläufigen Unterstützung der bereits passirten Stücke. Die Tasche für die Typen befindet sich an der vorderen Seite der Schiene, wie aus Fig. 107 ersichtlich ist. Eine an der Gabel der rechten Scheibe V_1 befestigte Feder schleift über die Köpfe der Typen und drückt dieselben unmittelbar, bevor sie die Kontaktstelle erreichen, in ihre normale Lage, und um ein mögliches Schlottern der Typen in dem Augenblicke, wo sie sich unter der Nase des Kontakthebels befinden, zu verhüten, steht an dieser Stelle vor der Schiene eine fünfte horizontale, von der Gabel Y getragene Rolle X, welche durch die Feder Z gegen die betreffende Type gelegt wird und diese fest gegen die Schiene drückt.

Der Hebel h, der sich mit dem an seinem linken Arme befestigten Prisma auf die Oberkante der unter ihm hindurchgleitenden Typen legt und durch dessen Heben und Senken die Vorsprünge der Typen die erforderlichen Wechsel in der Stromesrichtung bewirken, ist in jeder der Figuren sichtbar; derselbe sitzt an einer langen Axe a (Fig. 107), die in den Winkelstücken A und A_1 ihre Zapfenlager hat; die auf seinen rechten Arm wirkende Feder f hält das am anderen Arme befindliche Prisma in beständiger Berührung mit den Typen.

Die Axe a, welche an den Bewegungen des fest mit ihr verbundenen Hebels h Theil nimmt, trägt an ihrem hinteren Ende zwei ebenfalls an ihr befestigte Arme k_1 und k_2, welche die Kommutation der Stromwege bewirken. In Figur 108 ist die Vorderansicht dieser Theile besonders gezeichnet — ein Längsschnitt unmittelbar hinter der Welle W —; die Oberansicht sieht man in Figur 107. Auf jedem von zwei Klötzen von isolirender schwarzer Masse K, K sind je ein metallenes

Winkelstück P resp. Q und ein Metallklotz C resp. B isolirt befestigt; erstere tragen die abwärts gekehrten Kontaktschrauben p resp. q; auf letzteren sind horizontale, federnde Metalllamellen c resp. b angeschraubt, welche, sich selbst überlassen, gegen jene Kontaktschrauben sich anlegen würden. Die Enden dieser Lamellen befinden sich gerade unter den an den Armen k_1 und k_2 befindlichen Kontaktstiften, so dass, je nach der Stellung der Axe a und des Hebels h bald der eine, bald der andere dieser Arme mit der betreffenden Lamelle in Kontakt tritt, sie herabdrückt und dadurch ihre Berührung mit der Kontaktschraube p resp. q unterbricht, während der andere Arm die ihm gegenüberliegende Lamelle frei lässt, so dass diese sich gegen die Kontaktschraube legen kann. Die unter den Lamellen stehenden isolirten Säulchen i_1 i_2 sind keine Kontaktpunkte, sondern haben nur die Funktion, die Lamellen aufzufangen, damit sie nicht zu weit durchgebogen werden und begrenzen dadurch zugleich das Spiel des Hebels h.

Der Körper des Apparats und die Axe a wird nun permanent mit dem Zinkpole der Batterie verbunden, die Kontaktschrauben p

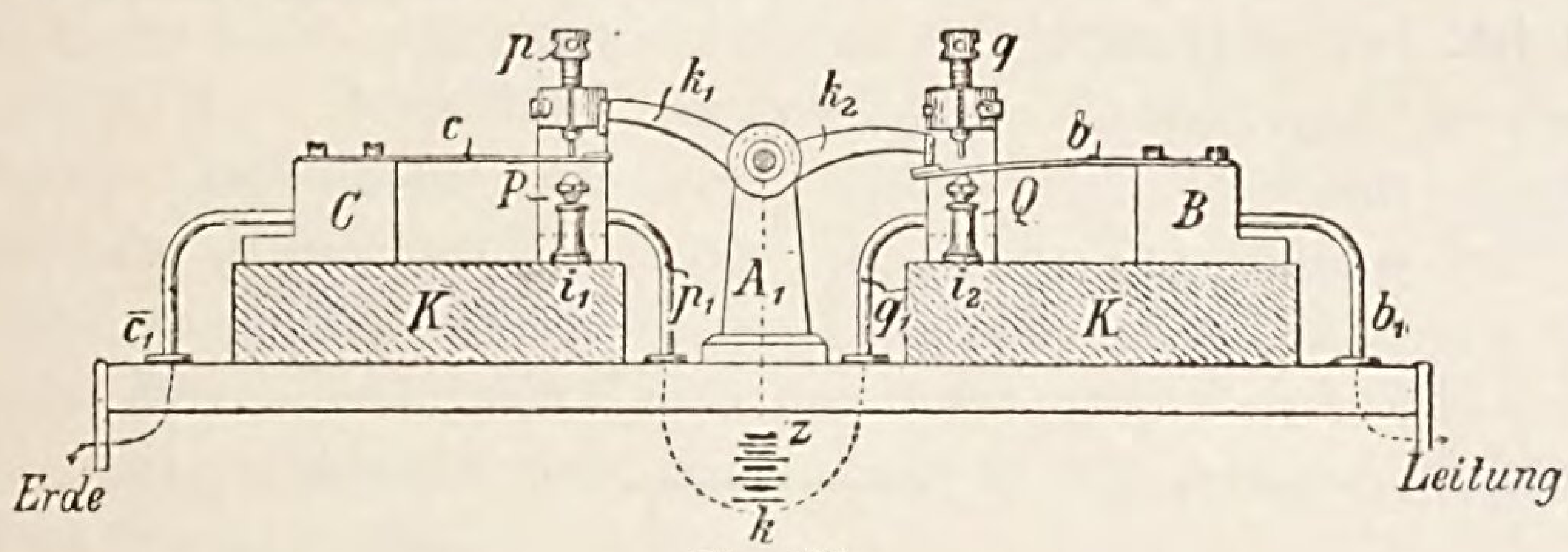


Fig. 108.

und q sind durch die Drähte p_1 und q_1 an den Kohlepol der Batterie gelegt. Von der Lamelle b führt der Draht b_1 zur Leitung, und die Lamelle c endlich ist durch c_1 mit der Erde verbunden. Ruht das Prisma des Hebels h auf einem Vorsprunge einer Type, so ist der Arm k_1 gehoben und ausser Berührung mit der Lamelle c, welche vielmehr an die Kontaktschraube p anliegt, der Arm k_2 dagegen ist niedergedrückt, steht in Kontakt mit der Lamelle b und unterbricht den Kontakt derselben mit der Schraube q; es ist jetzt der Zinkpol der Batterie über k_2 und b mit der Leitung, der Kohlepol dagegen über p_1, p und c mit der Erde verbunden und es tritt ein negativer Strom in die Leitung, der auf der fernen Station den Schreibhebel gegen das Papier legt. Fällt aber das Prisma von h in einen Einschnitt der Typen, so geht der Arm k_1 herab, tritt unter Aufhebung des Kontaktes zwischen p und c in Berührung mit c, während auf der rechten Seite die frei gewordene Lamelle b sich an die Kontaktschraube q anlegt; jetzt tritt ein positiver Strom in die Leitung, welcher auf der anderen Station den Hebel in die Ruhelage zurückführt.

Diese Betrachtung der Wirkungsweise lehrt ferner, dass die Typen jetzt eine andere Gestalt haben müssen, als bei dem mit Induktionsströmen arbeitenden Apparat: die Vorsprünge müssen einfach in Anordnung und Länge den Punkten und Strichen, die Lücken der Typen dagegen den Intervallen der Schriftzeichen entsprechen.

Da es zwecklos sein würde, die abgehende Schrift auch auf dem eigenen Apparat erscheinen zu lassen, so wird dieser beim Stromgeben ausgeschaltet: es ist zu dem Ende ein einfacher Wechsel vorhanden, mittelst dessen man nach Belieben entweder den Stromgeber nebst Batterie, oder, zum Empfangen, den polarisirten Morse-Apparat zwischen Leitung und Erde einschalten kann. Bis jetzt übrigens ist nur die Centralstation Berlin mit (3) Stromgeberapparaten ausgerüstet, die betreffenden fernen Stationen besitzen nur die polarisirten Morse als Empfangsapparate, die dann in gewöhnlicher Weise zwischen Schlüssel und Erde eingeschaltet sein können; die Rückbemerkungen und Kollationirungen werden mit dem gewöhnlichen Schlüssel gegeben und auf einem Blauschreiber aufgenommen; übrigens erscheint jetzt die Schrift so korrekt, dass selten Anlass zu weitläufigeren Erörterungen geboten ist.

Die elektrische Telegraphie.

Heft 22 der Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgegeben von Rud. Virchow und Fr. v. Holtzendorff.

1866.

Die elektrische Telegraphie oder die Fernschreibekunst, von dem griechischen *tele* — fern — und *graphein* — schreiben — so genannt, ist gänzlich ein Kind unseres an grossen Entdeckungen und tief in das sociale Leben der Menschheit eingreifenden Erfindungen so reichen Jahrhunderts. Es finden sich zwar schon ältere Mittheilungen über Vorschläge oder Einrichtungen, um mit Hülfe der damals allein bekannten Reibungs-Elektricität Nachrichten aus einem Zimmer in ein benachbartes zu senden, doch waren das unfruchtbare elektrische Spielereien, die man nicht als den ersten Schritt zur jetzigen elektrischen Telegraphie ansehen kann.

Erst die wichtigen Entdeckungen der italienischen Gelehrten Galvani und Volta am Schluss des vorigen Jahrhunderts führten zur Kenntniss des dauernden elektrischen oder galvanischen Stromes und schufen dadurch die Grundlage des elektrischen Telegraphen. Alessandro Volta, welcher zuerst erkannte, dass verschiedene Metalle durch Berührung entgegengesetzt elektrisch werden, und dass die vermittelst eines kupfernen Hakens am Eisengitter aufgehängten Froschschenkel Galvani's deswegen zuckten, weil ein elektrischer Strom sie durchlief, welcher ferner durch diese Erkenntniss zur Konstruktion der galvanischen Kette geführt wurde und uns mit wichtigen Eigenschaften des durch sie erzielten dauernden galvanischen Stromes bekannt machte, verdient mithin mit Recht, als der eigentliche Stammvater des elektrischen Telegraphen genannt zu werden.

Eine dieser hier als bekannt vorausgesetzten Eigenschaften des elektrischen Stromes besteht darin, dass er beim Durchgange durch gesäuertes Wasser dieses in seine chemischen Bestandtheile — Sauerstoff und Wasserstoff — zersetzt. Schon wenige Jahre, nachdem Volta's Entdeckungen bekannt geworden waren, im Jahre 1808, machte der Münchener

Arzt Doctor Sömmering den Vorschlag, diese Eigenschaft des elektrischen Stromes zur Herstellung einer elektrischen Telegraphenverbindung entfernter Orte zu benutzen. Er wollte die beiden Orte durch so viele isolirte, d. h. von einander und vom Erdboden überall durch Nichtleiter der Elektricität getrennte Metalldrähte verbinden, als das Alphabet Buchstaben enthält. An jedem Orte sollte ein mit gesäuertem Wasser gefülltes Glasgefäss und eine Klaviatur aufgestellt werden. Die Flüssigkeiten der beiden Glasgefässe standen durch einen besonderen Draht, dessen Enden in das Wasser tauchten, in leitender Verbindung mit einander. Ausserdem waren in jedem der Glasgefässe 26 Goldspitzen angebracht, von denen jede mit einem Buchstaben des Alphabets deutlich bezeichnet war. Die gleichbezeichneten Spitzen standen durch einen der Drähte in leitender Verbindung mit einander. Setzte man nun an einem der beiden Orte einen der zwei Spitzen mit einander verbindenden Drähte durch Niederdrücken der gleichbezeichneten Taste der Klaviatur mit dem einen Pole einer galvanischen Kette oder Batterie in leitende Verbindung, deren anderer Pol mit dem 27. Drahte, welcher die in den Gefässen befindlichen Flüssigkeiten leitend verband, zusammenhing, so musste ein elektrischer Strom entstehen, welcher von dem einen Pol der Batterie ausging, den Draht bis zur anderen Station durchlief, dort von der Goldspitze durch das Wasser zum gemeinschaftlichen Rückleitungsdraht und durch diesen zum anderen Pole der Batterie zurückkehrte. Es begann dann eine Entwickelung von Gasbläschen an der betreffenden Goldspitze, woraus der Beobachter erkennen konnte, welche Taste sein Korrespondent niedergedrückt hatte, welchen Buchstaben er ihm mithin bezeichnen wollte. Dieser brauchte also nur in langsamer Reihenfolge die zu machende Mittheilung durch Niederdrücken der entsprechenden Tasten abzubuchstabiren, um sie ihm verständlich zu machen.

Sömmering stellte diesen ersten elektrischen Telegraphen der Münchener Akademie vor. Zur praktischen Anwendung ist er aber nicht gekommen, da die grosse Zahl der nöthigen Drähte, die Schwierigkeit ihrer Isolation und auch wohl die Neuheit der Sache vor der Ausführung zurückschreckten. Dessenungeachtet gebührt Sömmering das Verdienst, zuerst den grossen praktischen Nutzen erkannt zu haben, welchen die Entdeckung Volta's der Menschheit zu bringen im Stande war, und man muss ihn daher den Erfinder des elektrischen Telegraphen nennen.

Das grösste Hinderniss der Anwendung des Sömmering'schen Telegraphen bestand jedenfalls in der grossen Zahl von Drähten, welcher er bedurfte. Professor Schweigger in Erlangen schlug daher vor, anstatt der 26 Goldspitzen nur zwei zu nehmen und diese durch zwei Leitungsdrähte mit einander zu verbinden. Mit Hülfe einer passenden mechanischen Vorrichtung sollte derjenige, welcher eine tele-

Bestellt von: zb
09.12.2010
[INVENTARISIERUNG] HS
[KATALOG]
[SCANNEN]
[FACHREFERAT:]
SWW / NOTATION
[BUCHDATEN]
[SCANNEN]
[BEKLEBEN]
Katkey: 4708440
BV-Nummer: BV035858332
Mit einer Einl. hrsg. von
-Weidmann. - (Historia

graphisc … Batterie in der … bringen … dem … in lei… dem … Wa… mit … Ra… w… b…

… e. … r- … ige … ke- … rde. … der … rähte … e. … damals … Gesetze … ik noch … ung ent- … war aber … man ver- … te Zeichen … gnale voll-

… elektrischen … Kopenhagen … rom die frei … derselben über oder … ng dieser Ablenkung abhängig … Stromes.

Hierdurch war ein neu… rhandensein und die Richtung eines elektrischen Stromes … hte zu erkennen. Ampère in Paris, welcher diese Eigenschaft des … ktrischen Stromes näher studirte, machte auch bereits im Jahre 1820 den Vorschlag, die Ablenkung der Magnetnadel anstatt der Wasserzersetzung zur Konstruktion eines elektrischen Telegraphen zu benutzen. Er schlug vor, an der entfernten Station so viele Magnetnadeln aufzuhängen, wie das Alphabet Buchstaben hat. Unter jeder Nadel sollte ein Draht fortgeführt werden, welcher zur anderen Station und zurück ging und

Arzt Doctor Sömmering den Vorschlag, diese Eigenschaft des elektrischen Stromes zur Herstellung einer elektrischen Telegraphenverbindung entfernter Orte zu benutzen. Er wollte die beiden Orte durch so viele isolirte, d. h. von einander und vom Erdboden überall durch Nichtleiter der Elektricität getrennte Metalldrähte verbinden, als das Alphabet Buchstaben enthält. An jedem Orte sollte ein mit gesäuertem Wasser gefülltes Glasgefäss und eine Klaviatur aufgestellt werden. Die Flüssigkeiten der beiden Glasgefässe standen durch einen besonderen Draht, dessen Enden in das Wasser tauchten, in leitender Verbindung mit einander. Ausserdem waren in jedem der Glasgefässe 26 Goldspitzen angebracht, von denen jede mit einem Buchstaben des Alphabets deutlich bezeichnet war. Die gleichbezeichneten Spitzen standen durch einen der Drähte in leitender Verbindung mit einander. Setzte man nun an einem der beiden Orte einen der zwei Spitzen mit einander verbindenden Drähte durch Niederdrücken der gleichbezeichneten Taste der Klaviatur mit dem einen Pole einer galvanischen Kette oder Batterie in leitende Verbindung, deren anderer Pol mit dem 27. Drahte, welcher die in den Gefässen befindlichen Flüssigkeiten leitend verband, zusammenhing, so musste ein elektrischer Strom entstehen, welcher von dem einen Pol der Batterie ausging, den Draht bis zur anderen Station durchlief, dort von der Goldspitze durch das Wasser zum gemeinschaftlichen Rückleitungsdraht und durch diesen zum anderen Pole der Batterie zurückkehrte. Es begann dann eine Entwickelung von Gasbläschen an der betreffenden Goldspitze, woraus der Beobachter erkennen konnte, welche Taste sein Korrespondent niedergedrückt hatte, welchen Buchstaben er ihm mithin bezeichnen wollte. Dieser brauchte also nur in langsamer Reihenfolge die zu machende Mittheilung durch Niederdrücken der entsprechenden Tasten abzubuchstabiren, um sie ihm verständlich zu machen.

Sömmering stellte diesen ersten elektrischen Telegraphen der Münchener Akademie vor. Zur praktischen Anwendung ist er aber nicht gekommen, da die grosse Zahl der nöthigen Drähte, die Schwierigkeit ihrer Isolation und auch wohl die Neuheit der Sache vor der Ausführung zurückschreckten. Dessenungeachtet gebührt Sömmering das Verdienst, zuerst den grossen praktischen Nutzen erkannt zu haben, welchen die Entdeckung Volta's der Menschheit zu bringen im Stande war, und man muss ihn daher den Erfinder des elektrischen Telegraphen nennen.

Das grösste Hinderniss der Anwendung des Sömmering'schen Telegraphen bestand jedenfalls in der grossen Zahl von Drähten, welcher er bedurfte. Professor Schweigger in Erlangen schlug daher vor, anstatt der 26 Goldspitzen nur zwei zu nehmen und diese durch zwei Leitungsdrähte mit einander zu verbinden. Mit Hülfe einer passenden mechanischen Vorrichtung sollte derjenige, welcher eine tele-

graphische Mittheilung machen wollte, im Stande sein, seine Batterie in der einen oder anderen Richtung zwischen die beiden Drähte zu bringen, d. h. entweder den positiven oder Kupferpol der Batterie mit dem ersten, und den negativen oder Zinkpol mit dem zweiten Drahte in leitende Verbindung zu bringen, oder umgekehrt den positiven mit dem zweiten und den Zinkpol mit dem ersten. Da bekanntlich das Wasserstoffgas, welches sich an derjenigen Goldspitze entwickelt, die mit dem negativen Batteriepole verbunden ist, einen doppelt so grossen Raum einnimmt, als das gleichzeitig an der anderen Goldspitze entwickelte Sauerstoffgas, so konnte ein aufmerksamer Beobachter der beiden Spitzen aus der grösseren Zahl von Gasbläschen, die sich an der einen oder anderen Spitze bildeten, erkennen, mit welcher sein Korrespondent den negativen Pol seiner Batterie verbunden hatte. Schweigger schlug nun vor, man solle sich über ein Alphabet vereinbaren, in welchem jeder Buchstabe durch eine bestimmte Reihenfolge von Gasentwickelungen der beiden Arten — also stärkerer Gasentwickelung an der ersten oder an der zweiten Spitze — bezeichnet würde. Hatte sowohl der Geber der telegraphischen Mittheilung, wie der Empfänger dies Alphabet im Kopfe, so konnte mit Hülfe zweier Drähte dasselbe erreicht werden, was Sömmering mit 27 Drähten erzielte.

Eine praktische Folge konnte der Vorschlag Schweigger's damals so wenig wie der Sömmering's haben, da die Kenntniss der Gesetze des galvanischen Stromes noch zu unvollständig und die Technik noch nicht weit genug vorgeschritten war, um alle sich der Ausführung entgegenstellenden Schwierigkeiten überwinden zu können. Er war aber insofern von grosser Wichtigkeit, als er zuerst zeigte, dass man vermittelst eines einzigen Leitungskreises durch zusammengesetzte Zeichen für die einzelnen Buchstaben oder andere telegraphische Signale vollständige telegraphische Mittheilungen machen könnte.

Eine zweite Periode der allmählichen Entwickelung der elektrischen Telegraphie knüpft sich an die Entdeckung Oersted's in Kopenhagen im Jahre 1820. Oersted fand, dass der elektrische Strom die frei schwebende Magnetnadel ablenkt, wenn er parallel mit derselben über oder unter ihr fortgeführt wird, und dass die Richtung dieser Ablenkung abhängig ist von der Richtung des elektrischen Stromes.

Hierdurch war ein neues Mittel gegeben, das Vorhandensein und die Richtung eines elektrischen Stromes in einem Drahte zu erkennen. Ampère in Paris, welcher diese Eigenschaft des elektrischen Stromes näher studirte, machte auch bereits im Jahre 1820 den Vorschlag, die Ablenkung der Magnetnadel anstatt der Wasserzersetzung zur Konstruktion eines elektrischen Telegraphen zu benutzen. Er schlug vor, an der entfernten Station so viele Magnetnadeln aufzuhängen, wie das Alphabet Buchstaben hat. Unter jeder Nadel sollte ein Draht fortgeführt werden, welcher zur anderen Station und zurück ging und

durch den man mit Hülfe einer Klaviatur elektrische Ströme senden könnte. Die Nadeln sollten leichte Schirme tragen, welche die dahinter stehenden Buchstaben verdeckten. Wurden die Nadeln nach einander abgelenkt, so wurden die bisher verdeckten Buchstaben in gleicher Reihenfolge sichtbar und man brauchte sie nur abzulesen, um die Nachricht zu erfahren.

Fechner in Leipzig beschäftigte sich mit der Vereinfachung dieses Vorschlages in gleichem Sinne, wie Schweigger den Sömmering'schen Vorschlag modificirte. Er wollte nur zwei Drähte und eine Magnetnadel verwenden und die Ablenkungen derselben nach rechts und links als Elementarzeichen verwenden, aus welchen ein Alphabet zusammengesetzt werden sollte. Schweigger und Poggendorff hatten damals bereits gefunden, dass die Kraft, mit welcher der über oder unter der Magnetnadel gleichlaufend mit ihr fortgeführte elektrische Strom dieselbe ablenkt, sich bedeutend dadurch verstärken lässt, dass man den Draht in vielen Windungen in gleicher Richtung um die Nadel herumführt. Um dies ausführen zu können, ohne der Elektricität Gelegenheit zu geben, von einer Windung zur anderen überzugehen, wurde der Umwindungsdraht dicht mit Seide umsponnen. Da die Seide den elektrischen Strom nicht leitet, also ein Isolator für Elektricität ist, so konnte die Elektricität nicht direkt von einer Windung zur anderen übergehen, musste sie mithin alle der ganzen Länge nach durchlaufen. Mit Hülfe eines solchen Schweigger'schen Multiplikators ist schon ein sehr schwacher Strom befähigt, eine Magnetnadel schnell und kräftig abzulenken. Fechner erwies hieraus die Möglichkeit, auch weit von einander entfernte Orte telegraphisch mit einander zu verbinden, und berechnete die Zahl und Grösse der Plattenpaare oder Zellen, welche die Batterie zu dem Zwecke haben musste.

Es war hiermit die wissenschaftliche Grundlage für einen brauchbaren elektrischen Telegraphen gegeben, und in der That sind die noch jetzt an vielen Orten, namentlich in England, in Gebrauch befindlichen Nadeltelegraphen im Wesentlichen mit Fechner's Vorschlage übereinstimmend.

Eine dritte Periode der Entwickelung der Telegraphie knüpft sich an die Entdeckungen Arago's in Paris und Faraday's in London. Arago fand, dass der elektrische Strom benachbartes Eisen magnetisch macht, dass gehärteter Stahl den in ihm so erzeugten Magnetismus grösstentheils dauernd behält, weiches Eisen ihn jedoch sofort fast vollständig wieder verliert, wenn der elektrische Strom aufhört. Diese Wirkung tritt besonders kräftig auf, wenn man den Strom, wie beim Schweigger-schen Multiplikator, in vielen Windungen um einen Eisenstab herumlaufen lässt. Der Eisenstab wird dadurch ein kräftiger Magnet, welcher benachbartes Eisen anzieht. Wird die leitende Verbindung des Umwindungsdrahtes mit den Polen der Batterie irgendwo unterbrochen, so

hört auch der Magnetismus des Eisenstabes auf und dieser lässt das angezogene Eisen wieder fallen. Die beschriebene Wirkung eines solchen Elektromagnetes ist besonders kräftig, wenn man dem mit isolirtem Draht umwundenen Eisenstabe die Form eines Hufeisens giebt und dessen beide End- oder Polflächen der anzuziehenden Eisenplatte gegenüberstellt.

Ebenso wichtig ist die Entdeckung Faraday's. Wenn man zwei Metalldrähte gleichlaufend in geringer Entfernung von einander ausspannt und die Enden des einen Drahtes in einem weiten Bogen mit einander verbindet, so entsteht in diesem ein kurzer elektrischer Strom, wenn man die Enden des anderen Drahtes mit den Polen einer galvanischen Batterie verbindet, also einen elektrischen Strom in ihm erzeugt. So lange dieser Strom fortdauert, bemerkt man keinen Strom in dem Nebendrahte, unterbricht man ihn aber, so entsteht im Nebendrahte wieder ein kurzer Strom von gleicher Stärke wie der erste war, aber von entgegengesetzter Richtung. Man drückt dies auch so aus, dass ein elektrischer Strom beim Entstehen in benachbarten Leitern einen kurzen Strom von entgegengesetzter Richtung, beim Aufhören einen eben solchen Strom von gleicher Richtung erzeugt oder inducirt. Eben solche vorübergehende Ströme wechselnder Richtung werden in Leitern der Elektricität durch entstehenden und verschwindenden Eisen- oder Stahlmagnetismus hervorgebracht. Besonders kräftig tritt diese Erscheinung auf, wenn man eine Rolle aus übersponnenem Kupferdraht auf eine magnetische Stahlstange steckt oder den Stahlmagnet schnell aus ihr herauszieht. Man kann aber auch statt dessen eine Stange von weichem Eisen in der Drahtrolle stecken lassen und die Stange auf die vorher beschriebene Weise durch den elektrischen Strom einer galvanischen Kette magnetisiren und durch Unterbrechung der Kette den Magnetismus wieder verschwinden lassen. In beiden Fällen erhält man in der Drahtrolle kurze Ströme wechselnder Richtung, welche man inducirte oder auch magnetelektrische Ströme nennt.

Gauss und Weber in Göttingen benutzten diese Entdeckung Faraday's zur Construction eines elektrischen Telegraphen. Derselbe unterschied sich von den bisherigen wesentlich dadurch, dass die elektrischen Ströme nicht durch eine galvanische Batterie, sondern durch Stahlmagnete erzeugt wurden. Im Uebrigen befolgten sie den Vorschlag Fechner's, nur einen Leitungskreis anzuwenden und das Alphabet aus Gruppen zweier Elementarzeichen, der Nadelablenkung nach rechts und nach links, zusammenzusetzen. Anstatt der leichten Magnetnadel wandten Gauss und Weber jedoch einen stärkeren Magnetstab mit einem kleinen Spiegel an, in welchem sie das Bild eines beleuchteten Maassstabes mit enger Theilung vermittelst eines Fernrohrs beobachteten. Da hiermit auch die kleinste Drehung des an einem

Seidenfaden aufgehängten Magnetstabes deutlich zu erkennen war, so brauchte die an dem andern Orte zwischen den Polen zweier kräftiger Magnetstäbe aufgestellte Drahtrolle, welche mit den dortigen Enden der beiden Leitungsdrähte verbunden war, nur ein wenig nach dem einen oder andern Magnetpol hin- und wieder zurückbewegt zu werden, um ein deutliches Zucken des Maassstabes im Spiegel nach rechts oder links sichtbar zu machen.

Dieser Telegraph von Gauss und Weber verdient noch deswegen besondere Beachtung, weil er zuerst wirklich ausgeführt wurde und vom Jahre 1833 bis zum Jahre 1844 zur telegraphischen Verbindung zwischen dem magnetischen Observatorium in Göttingen und der Sternwarte diente. In diesem Jahre schlug ein Blitz in diese erste, über die Stadt Göttingen fortgeführte Leitung und zerstörte sie vollständig.

Angeregt durch die glänzenden Erfolge Gauss' und Weber's, beschäftigte sich Steinheil in München mit der praktischen Ausbildung des elektrischen Telegraphen. Seine Telegraphenanlage, welche das Akademiegebäude in München mit der in dem benachbarten Orte Bogenhausen befindlichen Sternwarte verband und zwei Zwischenstationen hatte, war im Jahre 1837 vollendet und somit die zweite, welche wirklich ins Leben trat. Steinheil bediente sich ebenfalls der durch Stahlmagnete erzeugten oder magnetelektrischen Ströme anstatt der galvanischen. Bei den empfangenden Apparaten führte er den Multiplicatordraht um 2 kleine, so hinter einander stehende, Magnetnadeln, dass der Südpol der einen und der Nordpol der andern einander sehr nahe standen. Ging mithin ein elektrischer Strom durch die Leitung und den Multiplicatordraht, welcher in sie eingeschaltet war, also einen Theil derselben bildete, so wurden beide Nadeln in gleichem Sinne nach rechts oder links — je nach der Richtung des Stromes — gedreht, es trat mithin immer eins der benachbarten Enden derselben aus dem Multiplicator hervor, während das andere sich zurückbewegte. Steinheil versah nun diese mittleren Nadelenden mit kleinen Farbebehältern, die an der äusseren Seite fein durchbohrte Spitzen hatten. Vor diesen Spitzen ward durch ein Uhrwerk ein Papierstreifen vorbeigeführt. Wurde nun eine Depesche gegeben, so berührte die eine oder andere Spitze, je nachdem ein positiver oder negativer Strom die Leitung durchlief, das Papier und hinterliess auf demselben einen farbigen Punkt. Die Depesche wurde auf diese Weise auf dem Papierstreifen niedergeschrieben. Steinheil gebührt daher das Verdienst, den ersten Schreibtelegraphen erdacht und praktisch ausgeführt zu haben. Auch akustische Signale benutzte Steinheil zuerst, indem er den nicht mit einem Farbebehälter versehenen äusseren Enden seiner Magnetnadeln kleine Glöckchen von verschiedener Tonhöhe gegenüberstellte. Dieselben dienten nicht nur dazu, die Aufmerksamkeit des Empfängers zu erregen. Dieser konnte auch den Inhalt der

Mittheilung durch das Gehör verstehen. Endlich gelang es Steinheil auch, die Zahl der nothwendigen Leitungsdrähte auf einen einzigen herabzusetzen, indem er den Schliessungskreis des elektrischen Stromes durch die Erde selbst vervollständigte. Bekanntlich leitet das Wasser die Elektricität, wenn auch im reinen Zustande nur schwach. Versenkt man daher an jedem Ende einer isolirten Drahtleitung eine hinlänglich grosse Metallplatte in ein offenes Wasser oder in den feuchten Erdboden, so ersetzt der die Elektricität leitende feuchte Erdboden den zweiten oder Rückleitungsdraht. Da ein Draht — sowie jeder andere Leiter — die Elektricität um so besser leitet, je grösser sein Querschnitt ist und der von einer versenkten Platte zur anderen gehende Strom sich beliebig in der feuchten Erdrinde ausbreiten kann, ja streng genommen sie immer in allen ihren Theilen durchlaufen muss — so vertritt die Erde die Stelle eines Leitungsdrahtes von ungeheurer Dicke, der also sehr gut leitet, obschon er aus schlecht leitendem Material besteht.

Gleichzeitig mit Steinheil beschäftigte sich auch Schilling von Cannstadt aus den russischen Ostseeprovinzen mit der Verbesserung des elektrischen Telegraphen. Im Princip war sein Telegraph mit dem Fechner'schen Vorschlage übereinstimmend, doch führte er mehrere praktische Verbesserungen ein. Namentlich verband er mit ihm einen Wecker, ein Uhrwerk mit Glocken, welches durch die erste Ablenkung der Nadel ausgelöst wurde.

Wie aus dem Bisherigen ersichtlich, hat der Gedanke des elektrischen Telegraphen sich langsam im Laufe eines Vierteljahrhunderts entwickelt. Jeder wissenschaftlichen Entdeckung, durch welche bessere Mittel zu seiner Verwirklichung gegeben wurden, folgten sofort Vorschläge zur verbesserten Construction des elektrischen Telegraphen. Es ist daher die Frage, wer der eigentliche Erfinder desselben ist, nicht zu beantworten. Die Erfindung war das Produkt des Geistes unseres Jahrhunderts, welcher sich dadurch so wesentlich von dem aller früheren Jahrhunderte unterscheidet, dass er auf das Studium der Naturerscheinungen gerichtet ist, ihre Gesetze zu ergründen und sie dem Menschen dienstbar zu machen sucht. Wenn auch in älteren Zeiten ein gleiches Streben vielfach vorhanden war und auch damals schon ein wesentlicher Schatz von Erfahrungen und Kenntnissen angesammelt wurde, so blieb derselbe doch nur im engen Kreise bekannt. Erst nachdem der Buchdruck erfunden war und in Folge dessen der Gedanke oder die Beobachtung des Einzelnen schnell Gemeingut der ganzen gebildeten Welt wurde, konnte sich der gewaltige Schatz des Wissens und Könnens ansammeln, welcher den wahren Reichthum des Menschengeschlechtes und die unerschöpfliche Quelle bildet, die ihm mit jedem Jahre neue Kräfte und neue Mittel zur Verbesserung und Verschönerung seines Daseins zuführt!

Während der Gelehrte die Beobachtungen sammelt, erweitert und systematisch zur Naturwissenschaft ordnet und entwickelt, sinnt der Gewerbetreibende, der Techniker darüber nach, wie er diese Erweiterung des Wissens zur Verbesserung seines Gewerbes oder zu neuen Erzeugnissen verwenden kann. Jeder Gedanke wirkt befruchtend und erzeugt in andern Köpfen neue, die, wenn auch an und für sich vielleicht unbrauchbar, doch ihrerseits wieder den Ausgangspunkt wichtiger Erfindungen bilden können. So ist auch die Telegraphie entstanden und nach und nach zu ihrer jetzigen, noch vor einigen Decennien kaum zu fassenden Bedeutung herausgebildet.

Bis zum Schlusse der dritten Periode, vor etwa 35 Jahren, waren es namentlich deutsche Gelehrte, welche den Gedanken der elektrischen Telegraphie erfassten und pflegten. Jetzt bemächtigte sich die Industrie dieses Gedankens, und wir sehen einen Wettlauf aller gebildeten Nationen beginnen, um ihn praktisch zu entwickeln und zu verwerthen. In dieser nun beginnenden vierten oder praktischen Periode übernimmt zuerst die anglosächsische Rasse, welche sich durch eine mehr praktische Richtung vor andern auszeichnet, die Führung. Der Amerikaner Morse und der Engländer Wheatstone erwarben sich besondere Verdienste um die Construction praktisch brauchbarer Telegraphenapparate, die zweckmässige Anlage der Leitungen und die Einführung des elektrischen Telegraphen ins öffentliche Leben. Da der Morse'sche Telegraph die Grundlage des jetzigen grossen Welttelegraphennetzes geworden ist, so soll er hier eingehender beschrieben werden, während der beschränkte Raum dieser Blätter nur eine flüchtige Uebersicht über die unzähligen übrigen Constructionen gestattet. Morse benutzte zur Construction seines Telegraphen die schon erwähnte Entdeckung Arago's, dass der elektrische Strom benachbartes Eisen vorübergehend magnetisirt. Ist der Umwindungsdraht eines Elektromagnets zwischen das Ende einer Telegraphenleitung und die Erde eingeschaltet, so wird der Anker so lange von ihm angezogen, wie ein Strom die Leitung durchläuft, und fällt wieder ab, wenn der Strom unterbrochen wird. Nach Steinheil's Vorgange führte Morse einen Papierstreifen vor einer abgerundeten Spitze vorüber, welche am Ende eines um einen Zapfen drehbaren Hebels befestigt war. An diesem Hebel war der Anker des Elektromagnetes befestigt. Durchlief ein Strom die Windungen desselben, und ward der Anker dadurch angezogen, so ward die Spitze in das Papier etwas eingedrückt und bildete auf demselben einen Punkt, wenn die Anziehung nur einen Augenblick dauerte, einen Strich dagegen, wenn der Strom eine grössere Dauer hatte. Am andern Ende der Leitung befand sich ein Drücker, auch Schlüssel oder Taster genannt. Durch Niederdrücken desselben setzte derjenige, welcher eine Nachricht telegraphiren wollte, die mit dem Drücker verbundene Leitung in leitende Verbindung mit dem

einen Pole einer galvanischen Batterie, deren anderer Pol mit der Erde verbunden war. Der Schliessungskreis der Batterie war nun hergestellt, der Strom durchlief den ganzen Leitungskreis, mithin auch die Windungen des am andern Ende des Leitungsdrahtes eingeschalteten Magnetes. Dieser zog seinen Anker an und es begann auf dem durch das Laufwerk fortgezogenen Papierstreifen ein Strich, welcher sich so lange fortsetzte, bis der Strom durch Loslassen des durch eine Feder zurückgezogenen Drückers wieder unterbrochen wurde.

Der Telegraphist konnte mithin nach Belieben Punkte und Striche auf dem Papierstreifen erzeugen und dieselben durch beliebig lange Zwischenräume von einander trennen. Hatte er nun ein aus zwei Elementarzeichen — hier also aus Punkten und Strichen — combinirtes Alphabet, wie Schweigger es vorschlug, im Kopfe, so konnte er sich seinem Korrespondenten leicht und sicher verständlich machen.

Der Morse'sche Telegraph unterschied sich vom Steinheil'schen also wesentlich dadurch, dass ersterer Elektromagnete anstatt der Magnetnadeln benutzte und seine auf dem Papierstreifen verzeichneten Buchstaben und sonstigen Zeichen aus Punkten und Strichen, anstatt aus Punkten in zwei Linien zusammensetzte. Man nennt daher alle Telegraphenapparate, welche sich dieses aus Punkten und Strichen kombinirten Alphabets bedienen, Morse'sche Telegraphen, wie verschieden sie auch sonst vom ursprünglichen Morse'schen Telegraphen sein mögen.

Da der elektrische Strom dadurch sehr geschwächt wird, dass er lange und dünne Drähte zu durchlaufen hat, so bedurfte man sehr starker Batterien, um dem Elektromagnete die zur Eindrückung des Papierstreifens nothwendige Kraft mitzutheilen. Dieser Uebelstand ward dadurch beseitigt, dass man ein sogenanntes R e l a i s (oder Uebertrager) mit dem Schreib-Apparate verband. Dies Relais besteht aus einem kleinen Elektromagnet, welcher in die Leitung eingeschaltet wird. Ueber den Polen dieses Magnets befindet sich ein Anker, welcher sich leicht um eine seitlich angebrachte Axe dreht. Die Bewegung des Ankers wird durch zwei Anschläge, von denen der eine aus Metall besteht, auf ein enges Maass begrenzt und, während der Magnetismus ihn an diesen Anschlag heranzieht, zieht eine Feder ihn wieder zum anderen zurück, wenn der elektrische Strom aufhört. Zur Ausführung dieser geringen Bewegung genügt ein äusserst schwacher Strom durch die Leitung und die Windungen des Relais. Der Ankerhebel des Relais und der metallische Anschlag oder Contact desselben bilden nun Theile des Schliessungskreises einer zweiten, am Orte des Empfängers befindlichen Batterie, in welche auch der Elektromagnet des Schreib-Apparates eingeschaltet ist. Diese Hülfskette ist also geschlossen, und der Anker des Schreibmagnetes, welcher die Eindrücke auf dem Papierstreifen ausführt, wird kräftig angezogen, so lange ein

Strom die Hauptkette, also die Leitung und das Relais, durchläuft. Hört dieser Strom auf, so hört auch der Strom in der Hülfskette auf, und der durch diese während der Schliessung gemachte Strich wird unterbrochen.

Wenn auch später in Deutschland Mittel gefunden sind, mit Hülfe deren man die Punkte und Striche der Morseschrift nicht mehr durch Eindrücken des Papierstreifens, sondern vermittelst schwarzer oder farbiger Oelfarbe auf dem Papier verzeichnet, und daher jetzt das Relais entbehren kann, so ist es doch seiner Anwendung beim Morse'schen Telegraphen vorzugsweise zuzuschreiben, dass dieser Telegraph zu so allgemeiner Verwendung gekommen ist.

Doch auch mit Hülfe des Relais ist die Länge der Leitung, welche man zum Schliessungskreise einer Batterie benutzen kann, eine begrenzte. Erst durch die in Deutschland erfundene Translation ist die Wirkungssphäre des Morse'schen Telegraphen eine unbegrenzte geworden. Ohne Zeichnungen und specielle Beschreibung lässt sich diese Einrichtung im Detail nicht fasslich beschreiben. Es genüge hier anzudeuten, was mit derselben erreicht wird. Ohne Translation ist, wie schon gesagt, die Sprechweite des Morse'schen Telegraphen eine begrenzte. Sollten die Depeschen über diese Grenze hinausgehen, so musste der Telegraphist der ersten Empfangsstation die Depesche vom Papierstreifen ablesen und sie mit der Hand auf einen neuen Leitungskreis weiter geben. Dies wiederholt sich am Ende des zweiten Leitungskreises u. s. f. Natürlich werden durch dies häufige Ablesen und Weitergeben der Depeschen sich häufig Irrthümer einschleichen, die sie schliesslich oft ganz unverständlich machen. Die Translationseinrichtung bewirkt nun, dass der empfangende Apparat selbst automatisch die Punkte und Striche, welche er erhält, als kurze oder lange Ströme wiedergiebt, dass also der Apparat selbst die Thätigkeit des weitergebenden Telegraphisten ausübt.

In Deutschland ist das Morse'sche System später noch weiter entwickelt, indem man auch die Depeschengabe durch die Hand des Telegraphisten ganz beseitigt hat. Es geschieht dies dadurch, dass man Typen wie zum Buchdruck giesst, welche mit passenden Vorständen an der oberen Kante versehen sind. Diese Typen sind mit dem Buchstaben bezeichnet, welchen sie im Morse'schen Alphabete hervorbringen, wenn sie unter einem kleinen Hebel fortgeführt werden, der die Hand des Telegraphisten zu ersetzen bestimmt ist. Sind die Typen nun in richtiger Reihenfolge in einen geeigneten Mechanismus gebracht, so braucht man sie mit Hülfe desselben nur schnell unter dem Hebel fortzuführen, um die Depesche dem Orte des Adressaten zuzusenden. Es wird hierdurch allerdings eine grössere Arbeit bedingt, da das Zusammensetzen der Depesche und das spätere Auseinanderlegen der Typen mehr Zeit erfordert als das Fortgeben der Depesche mit der

Hand, dagegen sind aber Irrthümer ausgeschlossen, da man die Depeschen vor der Fortgabe nachlesen kann und da die ankommende Schrift mechanisch correct, also immer sicher lesbar ist. Ausserdem gewährt diese mechanische Depeschengabe den grossen Vortheil, dass man sie sehr viel schneller ausführen kann, als es mit der Hand möglich ist, man also durch einen disponibelen Draht in derselben Zeit sehr viel mehr — etwa 5 bis 6 mal so viel — Depeschen geben kann. Die lästige Arbeit des Setzens und Sortirens der Typen wird zuverlässig in nächster Zeit durch Construction geeigneter Setz- und Sortirungsmaschinen bedeutend vereinfacht werden.

Wie man sieht, ist auch bei der Telegraphie das Bestreben vorherrschend, die Handarbeit durch die gleichmässigere und schnellere Maschinenarbeit zu ersetzen.

Gleichzeitig mit Morse beschäftigte sich Wheatstone in England mit der Ausbildung und Einführung des elektrischen Telegraphen. Er verfolgte dabei zwei wesentlich verschiedene Richtungen, indem er zuerst den Fechner'schen Nadeltelegraphen wesentlich verbesserte und später Zeiger- und Drucktelegraphen construirte. Die Nadeltelegraphen Wheatstone's sind noch jetzt in England und einigen andern Ländern vielfach in Anwendung und zwar theils als einfache Nadelapparate, theils als Doppelnadel-Telegraphen mit zwei Magnetnadeln, von denen jede mit einem besonderen Leitungsdrahte communicirt. Die Ablenkungen der Nadeln sind durch elfenbeinerne Stifte, gegen welche die Nadeln schlagen, auf ein enges Spiel begrenzt, so dass ein geübtes Auge an ihren Stellungen schnell und sicher den Buchstaben erkennen kann, welcher mitgetheilt wird.

Die grosse Einfachheit dieser Apparate verschaffte ihnen in der Kindheit der Telegraphie eine ausgedehnte Anwendung. Man ist von ihnen aber später grösstentheils zum Morse'schen System übergegangen, da die dauernd auf dem Papierstreifen verzeichnete Morseschrift grössere Sicherheit der richtigen Wiedergabe der Nachrichten bietet als das flüchtige Nadelspiel. Wheatstone selbst suchte einige Jahre später diese Unsicherheit der Ablesung der Depeschen durch die Construction des Zeigertelegraphen zu beseitigen. Bei diesem sind die Buchstaben des Alphabets auf einem Zifferblatte im Kreise verzeichnet, ähnlich wie die Zahlen auf dem Zifferblatte einer Uhr. Durch eine Reihenfolge von kurzen elektrischen Strömen, welche durch die Leitung geschickt werden, wird ein Zeiger auf denjenigen Buchstaben geführt, auf welchen die Aufmerksamkeit des Empfängers gelenkt werden soll. Es geschieht dies vermittelst eines Zahnrades, das auf der Axe befestigt ist, um welche sich der Zeiger dreht, und welches eben soviel Zähne hat, wie Buchstaben oder sonstige Zeichen sich auf dem Zifferkreise befinden. In die Zähne des Zahnrades greift ein kleiner Haken, welcher an dem Anker eines Elektromagnetes befestigt ist. Durchläuft

nun ein Strom die Windungen des Elektromagnetes, so wird das Rad und mit ihm der Zeiger um einen Schritt fortbewegt. Wird der Strom unterbrochen, so geht der Anker in seine ursprüngliche Stellung zurück, indem er über den nächsten Zahn des durch einen Sperrkegel festgehaltenen Rades hinfortgeht. Ein zweiter Strom bringt den Zeiger um einen zweiten Schritt weiter u. s. f., jeder Strom einen Schritt. Die gebende Station kann also den Zeiger des Apparates der Empfangsstation durch eine geeignete Anzahl von kurzen Strömen, die sie durch die Leitung schickt, auf jedes beliebige Zeichen des Zifferblattes stellen. Folgen sich die kurzen Ströme in einem schnellen Tempo so lange, bis der Zeiger sein Ziel erreicht hat, und tritt dann eine kleine Pause ein, so kann der Empfänger leicht erkennen, welche Buchstaben oder anderweitige Zeichen sein Correspondent bezeichnen wollte. Die Erzeugung der nöthigen Zahl von Strömungen, um den Zeiger von dem zuletzt mitgetheilten Buchstaben auf den zunächst mitzutheilenden Buchstaben fortzubewegen, bewirkte Wheatstone durch Drehung einer Kurbel auf einem Theilkreise, welcher dieselben Buchstaben und sonstigen Charaktere in gleicher Reihenfolge trug, wie sie auf dem Zifferblatte des Empfangsapparates sich befanden. Die Kurbel war durch einen Nichtleiter der Elektricität, wie Elfenbein oder Holz, vom metallenen Theilkreise isolirt. Die Oberfläche desselben bestand abwechselnd aus leitenden und nichtleitenden, d. i. mit Elfenbein ausgelegten Feldern. An der Kurbel befand sich eine Metallfeder, welche über diese Felder des Theilkreises fortschleifte, wenn sie gedreht wurde. War nun der Theilkreis des Gebers mit dem freien Pole einer zur Erde abgeleiteten Batterie und die Kurbel mit dem Leitungsdraht leitend verbunden, so entstand jedesmal ein Strom in derselben, wenn die Feder ein metallisches Feld passirte, und derselbe hörte wieder auf, wenn sie auf ein nichtleitendes überging. Bewegte man also die Kurbel von einem Buchstaben bis zu irgend einem andern fort, so musste auch der Zeiger des Empfängers bis zu demselben Buchstaben fortrücken, oder mit andern Worten, Kurbel und Zeiger mussten stets auf denselben Buchstaben zeigen. Das Telegraphiren bestand also einfach darin, dass der Geber der Depesche die Kurbel nach einander auf alle Buchstaben der mitzutheilenden Nachricht stellte und der Empfänger die Buchstaben ablas, auf welchen der Zeiger einen Augenblick still stand.

Dieser einfachste Zeigertelegraph Wheatstone's wurde theils schon von ihm selbst, theils von Andern vielfach verändert und verbessert. Durch Einführung eines Uhrwerkes, welches den Zeiger des Empfängers fortbewegte und eine Einrichtung, welche man in der Uhrmacherei ein Echappement nennt, konnte die Zahl der nöthigen Ströme, um den Zeiger von einem Buchstaben zu einem andern zu bewegen, auf die Hälfte reducirt werden, indem der Anzug des Ankers sowohl wie sein

Abfall den Zeiger um einen Schritt vorwärts bewegte. Anderseits wurde die Wheatstone'sche Kurbel ganz beseitigt, indem man die Herstellung und Unterbrechung des Stromes durch den Elektromagnet selbst ausführen liess. Bei dieser hier nicht näher zu beschreibenden Einrichtung waren die Elektromagnete der an beiden oder mehreren Stationen befindlichen Empfangsapparate gleichzeitig in die Leitung eingeschaltet. Die Apparate bildeten selbstthätige elektromagnetische Maschinen, deren Zeiger immer gleichzeitig den Buchstabenkreis durchliefen. Jeder Apparat war mit Tasten versehen, welche mit den entsprechenden Buchstaben des Zifferkreises beschrieben waren. Ward eine Taste niedergedrückt, so durchliefen die Zeiger sämmtlicher im Leitungskreise befindlichen Apparate den Theilkreis des Zifferblattes bis zu dem Buchstaben, dessen Taste niedergedrückt war, und blieben hier so lange stehen, wie die Taste niedergedrückt erhalten wurde. Die Depeschengabe geschieht bei diesem selbstthätigen Zeigertelegraphen mithin dadurch, dass der, welcher eine Depesche geben oder s p r e c h e n will, wie man es gewöhnlich ausdrückt, auf den Tasten seines Apparates die Depesche abspielt. Die Zeiger aller eingeschalteten Apparate stehen dann bei jedem zu gebenden Zeichen einen Augenblick still und machen es dadurch den Beobachtern erkenntlich.

An die Zeigertelegraphen schliessen sich die eigentlichen Drucktelegraphen an. Schon W h e a t s t o n e verband mit seinem noch sehr unvollkommenen Zeigertelegraphen eine Druckvorrichtung. Dasselbe thaten auf andere Weise die Constructeure späterer Zeigertelegraphen. Sie besteht im Wesentlichen immer darin, dass anstatt des Zeigers eine Scheibe gedreht wird, an deren Peripherie sich gewöhnliche Buchdrucktypen befinden. Durch Mechanismen, deren Beschreibung hier übergangen werden muss, wird der Buchstabe, bei welchem der Apparat einen Augenblick still steht, auf einem Papierstreifen abgedruckt, welcher nach Ausführung des Abdrucks etwas vorrückt, um dem nächsten Buchstaben Platz zu machen. Die Depesche erscheint dann auf dem Papierstreifen wie gewöhnlicher Buchdruck.

Eine weitere Verbesserung des Wheatstone'schen Zeigertelegraphen besteht in Einführung magnetelektrischer Ströme zur Fortbewegung der Zeiger anstatt der galvanischen Batterieströme. Wenn man die Pole eines Elektromagnetes den Polen eines kräftigen Stahlmagnetes schnell nähert, so entsteht in den Windungen des Elektromagnetes während der Annäherung ein kurzer elektrischer Strom. Entfernt man den Elektromagnet wieder, so entsteht ein eben solcher Strom von entgegengesetzter Richtung. Bringt man nun mit der Kurbel des Wheatstone'schen Zeigertelegraphen einen Elektromagnet in derartige mechanische Verbindung, dass die Pole desselben sich beim Fortgang der Kurbel von einem Buchstaben zum nächsten den Polen eines Stahlmagnetes nähern und beim nächsten Schritt der Kurbel wieder von ihm ent-

fernen, so erhält man so viel Ströme, wie Buchstabenfelder von der Kurbel durchlaufen werden. Durchlaufen diese Ströme anstatt der Batterieströme die Leitung und die Windungen der Elektromagnete der eingeschalteten Empfangsstationen, so ist dadurch das Mittel gegeben, die Zeiger der letzteren in gleicher Weise in Uebereinstimmung mit der Kurbel zu erhalten, wie es bei Anwendung galvanischer Ströme der Fall war.

Die bisher beschriebenen Zeiger- und Drucktelegraphen erhalten sämmtlich den übereinstimmenden Gang des Empfängers mit dem Geber durch eine Reihe von kurzen Strömen, von welchen jeder einzelne oder jedes Paar entgegengesetzter Ströme die Zeiger oder Druckräder um einen oder zwei Schritte weiterführt. Der Engländer Bain construirte einen Drucktelegraphen nach einem andern Principe. Er liess die Typenscheiben durch Uhrwerke drehen, welche einen genau gleichen Gang hatten. Durch einen elektrischen Strom, der den Telegraphendraht durchlief, wurden diese Uhrwerke gleichzeitig ausgelöst und durch Unterbrechung des Stromes wieder angehalten. Gingen die Uhrwerke wirklich gleich schnell, so mussten die Zeiger oder Druckwerke immer auf demselben Buchstaben stehen bleiben, wenn sie vor der Ingangsetzung eine gleiche Stellung hatten. Es ist daher hier nicht die Zahl der Ströme, sondern die Zeitdauer der Ströme, welche die Stellung des Zeigers oder Druckrades bestimmt. Durch den Amerikaner Hughes ist dieser Apparat in neuerer Zeit wesentlich verbessert und druckt jetzt telegraphische Nachrichten mit einer überraschenden Sicherheit und Schnelligkeit, die ihm eine dauernde Verwendung neben dem Morse'schen Schreibtelegraphensystem zu sichern scheint.

Ausser den bisher beschriebenen drei Telegraphensystemen, welche in grösserem Maassstabe zur Anwendung gekommen sind, dem Nadeltelegraphen, dem Schreib- und dem Zeiger- und Drucktelegraphen, sind noch mehrere andere in Vorschlag gebracht und auch zur Anwendung gekommen. So schlug Vorsselmann de Heer schon 1839 einen auf die physiologische Wirkung des elektrischen Stromes basirten Telegraphen vor. Die Finger des Empfängers sollten bei demselben in den telegraphischen Schliessungskreis eingeschaltet werden durch Berührung metallischer Knöpfe, welche das Ende der Leitungen bildeten. Jeder Strom, welcher eine Leitung durchlief, erzeugte dann ein krampfhaftes Zucken des betreffenden Fingers, woraus erkannt werden konnte, in welcher Leitung ein elektrischer Strom erzeugt war und wie lange derselbe dauerte. An Stelle des Weckers sollte der Telegraphist an seinem Körper zwei mit den Drähten in leitender Verbindung stehende Metallplatten tragen, welche ihm dann die fühlbare Aufforderung brachten, seine Finger zum Empfang einer Depesche auf die Metallknöpfe zu legen

Wie bereits früher mitgetheilt, verband schon Steinheil mit seinen Telegraphen kleine Glocken von verschiedener Tonhöhe, durch

welche der Empfänger einer Depesche befähigt wurde, dieselbe durch das Gehör zu verstehen. Solche akustische Telegraphen sind später von Andern mehrfach construirt, sie konnten aber ebenso wenig wie die Nadel- und Zeigertelegraphen den Schreib- und Drucktelegraphen gegenüber, welche die Depeschen dauernd lesbar machen, das Feld behaupten. Dagegen haben solche akustische Telegraphen, welche nicht vollständige Nachrichten, sondern einige bestimmte Signale geben sollen, eine sehr allgemeine Anwendung gefunden. Man bedient sich ihrer als Wecker, um die Aufmerksamkeit des Telegraphisten auf seinen Empfangsapparat zu lenken, als elektrischer Glockenzüge, und besonders in Deutschland in grossem Massstabe als Signalapparate für die Beamten der Eisenbahn, um denselben den Abgang eines Zuges von der nächsten Station anzuzeigen. Bei diesen Läutewerken der Eisenbahnen wird die Bewegung der schweren Hämmer, welche die grossen auf den Häuschen der Bahnwärter angebrachten Glocken ertönen lassen, natürlich nicht vom elektrischen Strome direct ausgeführt, sondern durch das Gewicht eines Uhrwerkes, dessen Auslösung durch die Anziehung eines kleinen Magnetankers durch den elektrischen Strom bewirkt wird.

Auch die zersetzende oder chemische Wirkung des elektrischen Stromes ist zur Construction verschiedenartiger Telegraphenapparate benutzt worden. Bekanntlich war der erste elektrische Telegraph, der Sömmering'sche, ein elektrochemischer, indem die Signale durch Wasserzersetzung sichtbar gemacht wurden. Ausser dem Wasser zersetzt aber der elektrische Strom auch viele in Wasser gelöste Metallverbindungen, indem er das Metall aus denselben abscheidet. So kann man durch den elektrischen Strom Kupfer, Silber, Gold, Nickel und andere Metalle auf der Oberfläche anderer metallener Körper oder auf leitenden Formen ablagern, wie es bei der galvanischen Versilberung, Vergoldung und der Galvanoplastik geschieht. Besonders leicht und schon durch sehr schwache Ströme wird unter andern das Jodkalium, sowie das Blutlaugensalz durch den elektrischen Strom zersetzt. Tränkt man einen Papierstreifen mit einer Lösung derartiger Salze und lässt denselben im feuchten Zustande durch ein Uhrwerk unter einer Metallspitze fortziehen, welche ihn gegen ein unter dem Papierstreifen befindliches Metallstück drückt, so hinterlässt die Spitze auf dem Papiere so lange einen dunklen Strich, wie ein Strom von der Spitze durch das Papier geht. Man kann also eine solche Einrichtung nach des Engländers Bain Vorschlage anstatt des Morse'schen Telegraphenmechanismus zur Fixirung der Morseschrift benutzen. Der Engländer Bakewell begründete hierauf schon im Jahre 1847 seinen elektrochemischen Copirtelegraphen. Dieser Apparat erregt dadurch besonderes Interesse, dass er die Handschrift des Absenders der Depesche selbst oder auch bildliche Darstellungen zu reproduciren im Stande ist. An jedem der beiden Orte, welche durch einen isolirten Leitungsdraht mit einander

verbunden sind, befindet sich eine metallene Walze. Auf der einen ist mit einer isolirenden Lackdinte die Depesche geschrieben oder das zu telegraphirende Bild gezeichnet. Die Walze der andern Station ist mit einem Blatte chemisch präparirten feuchten Papiers bekleidet. Durch sorgfältig regulirte Uhrwerke können beide Walzen in genau gleicher Geschwindigkeit um ihre Axe gedreht werden. Auf der Oberfläche jeder Walze schleift eine Metallspitze, welche mit der anderen durch den isolirten Leitungsdraht verbunden ist. Stehen nun die beiden Metallwalzen selbst durch einen zweiten Draht oder die Erde in leitender Verbindung mit einander und ist in dem so hergestellten Leitungskreise irgendwo eine galvanische Batterie eingeschaltet, so würde er stets von einem Strome durchlaufen und hierdurch auf dem Papierstreifen ein ununterbrochener farbiger Strich gebildet werden, wenn nicht durch die Lackschicht der Schrift jedesmal eine kurze Unterbrechung des Stromes herbeigeführt würde, wenn die Spitze über einen Schriftzug fortgeht. Diese Uebergänge über die Schriftzüge zeigen sich mithin auf dem Papier als weisse Punkte in der schwarzen Linie. Durch eine einfache Vorrichtung werden die Spitzen nach jeder Umdrehung der Walzen etwas seitwärts geschoben. Es wird sich also auf dem Papierblatte eine Schraffirung aus dunklen Linien bilden, in welcher die Buchstaben oder die Zeichnung in der hellen Farbe des Papiers sichtbar sind. Ebenso kann man auch den ganzen Cylinder mit Lackfarbe überziehen und das zu übertragende Bild oder die Schriftzüge in den Ueberzug einradiren. Es wird der Strom jetzt nur circuliren, wenn die Spitze eine radirte Stelle trifft und dadurch in metallische Verbindung mit der Walze tritt. Das Bild auf dem Papierblatte wird dann aus schwarzen Punkten auf weissem Grunde bestehen.

Dieser Bakewell'sche Copirtelegraph hat das Interesse des Publikums durch seine auf den ersten Blick wunderbar scheinende Leistung stets in hohem Grade in Anspruch genommen. Er ist häufig neu erfunden und vielfach verändert, ohne dadurch wesentlich verbessert zu werden, und man könnte ihn mit einigem Rechte die telegraphische Seeschlange nennen, welche die Welt von Zeit zu Zeit durch ihr Auftauchen aus der Vergessenheit in Bewegung setzt, um dann wieder spurlos zu verschwinden! In der That wird dies System nie eine grössere praktische Bedeutung erlangen, wenn auch die mechanischen Schwierigkeiten vollständig überwunden werden. Die Gründe liegen theils in später zu erörternden Eigenthümlichkeiten der Leitungen, welche die Anwendung der elektrochemischen Telegraphen sehr erschweren, hauptsächlich aber darin, dass die Nachbildung der für die Menschenhand, aber nicht für die telegraphische Uebertragung zweckmässigen Schriftzeichen einer weit grössern Zahl von telegraphischen Elementarzeichen bedarf, als ein Steinheil'sches oder Morse'sches Schriftzeichen, welches speciell für diesen Zweck combinirt ist. Bei

Anwendung solcher telegraphischen Schriftzeichen, welche aus den einfachsten Combinationen zweier Elementarzeichen beim Morse'schen Alphabet — des Punktes und Striches — bestehen, wird man also durch einen Leitungsdraht in derselben Zeit eine weit grössere Zahl von Depeschen geben können, als bei der Copirung der gebräuchlichen Schriftzeichen der Hand durch den Copir-Telegraphen Bakewell's oder die seiner Nachfolger.

Dieser theoretische Vorzug derjenigen Telegraphen, welche die einfachsten Combinationen von Elementarzeichen für die Bildung der telegraphischen Zeichen benutzen, giebt ihnen auch den Zeiger- und Lettern-Drucktelegraphen gegenüber ein bleibendes Uebergewicht. Um den Zeiger oder das Typenrad vom ersten zum letzten Buchstaben des Alphabetes zu bringen, sind, wie früher auseinandergesetzt ist, mindestens halb so viel Ströme erforderlich, wie dasselbe Buchstaben enthält, also bedarf auch die Herstellung eines telegraphischen Zeichens bei ihnen einer grösseren durchschnittlichen Zahl von Strömungen als beim Morse'schen Telegraphen. Der letztere ist daher einer grösseren Transmissionsgeschwindigkeit fähig, da die Menge der durch eine Leitung in einer bestimmten Zeit zu gebenden Ströme eine begrenzte ist. Auch der Bain'sche und der auf dasselbe Princip begründete Hughes'sche Drucktelegraph machen hiervon keine Ausnahme, obgleich sie nur eines Stromwechsels zur Darstellung eines Letterndruckes bedürfen, da es für die Transmissionsgeschwindigkeit ganz gleichgültig ist, ob die Zeit der Drehung des Typenrades durch einen dauernden Strom oder durch eine Reihe kurzer Ströme ausgefüllt wird. Entscheidend ist nur die Dauer des einzelnen Stromes, welcher ein Elementarzeichen, also den Fortgang des Druckrades um einen Schritt, auszuführen im Stande ist und die mittlere Zahl oder das ihr entsprechende Zeitintervall solcher Strömungen, das zur Herstellung eines telegraphischen Zeichens durchschnittlich erforderlich ist. Bei kürzeren Telegraphenlinien, bei welchen die Kosten der Anlage und Erhaltung der Leitung nicht, wie bei langen Linien, sehr überwiegend über die Kosten der Arbeit der Depeschenbeförderung sind, kommt es jedoch weniger darauf an, möglichst viele Depeschen in einer bestimmten Zeit durch einen Leitungsdraht schicken zu können, als vielmehr darauf, die Arbeit des Gebens und Empfangens möglichst klein zu machen. Die Richtung, in welcher die Telegraphie sich weiter entwickeln wird, muss also aller Wahrscheinlichkeit nach die sein, dass für die Correspondenz entfernter Orte und Länder mit einander die Uebertragung der Morseschrift auf mechanischem Wege, für die Correspondenz näher an einander liegender Orte dagegen der Letterndruck in allgemeine Anwendung kommen wird.

Wie aus der obigen Schilderung der allmählichen Entwickelung des Gedankens der elektrischen Telegraphie zu den jetzt gebräuchlichen Instrumenten hervorgeht, waren es hauptsächlich praktische Schwierig-

keiten, welche erst im Laufe der Zeit überwunden wurden. Der Gelehrte konnte leicht Methoden und Combinationen ersinnen, welche telegraphische Mittheilungen möglich machten, und welche sich auch, im Zimmer versucht, trefflich bewährten. In Wirklichkeit trat aber ein neues, schlimmes Element hinzu, welches seine Pläne durchkreuzte — die isolirte Leitung zwischen den telegraphisch zu verbindenden Orten.

Um die grossen Schwierigkeiten, welche diese herbeiführte, richtig würdigen zu können, muss man sich klar machen, welche Anforderungen an eine gute Leitung gestellt werden müssen und welchen Gefahren aller Art dieselbe ausgesetzt ist. Der Leitungsdraht muss nicht nur in ununterbrochenem metallischen Zusammenhange von einem Ende bis zum anderen stehen, er darf auf diesem ganzen langen Wege an keinem einzigen Punkte in gut leitender Verbindung mit dem Erdboden stehen. Eine solche leitende Verbindung wird durch jeden metallischen oder auch nur feuchten Körper, welcher gleichzeitig den Draht und die Erde berührt, ja sogar durch die benetzte Oberfläche eines nichtleitenden Körpers hergestellt! Hätte man also auch den Draht mit Glas, Porcellan oder Kautschuk von den hölzernen, im trocknen Zustande selbst schon ziemlich gut isolirenden Pfosten, die ihn vom Erdboden entfernt halten, getrennt, so benetzte doch jeder an irgend einer Stelle der Leitung eintretende Regenfall die Oberfläche der Isolatoren und stellte eine leitende Verbindung mit dem Erdboden her, durch welche die Elektricität diesem direct zugeführt würde, anstatt den grossen Umweg durch den Apparat der entfernten Station hindurch zu machen. Selbst bei trocknem Wetter gefährden die leitenden Blätter der Bäume, wenn sie durch den Wind an den Draht getrieben werden, dessen Isolation. Jede Gewitterwolke, die sich an irgend einer Stelle der Leitung dieser nähert oder von ihr entfernt, jede Störung des magnetischen Gleichgewichtes der Erde, wie sie namentlich bei Nordlichtern stark auftritt, erzeugt elektrische Ströme in der Leitung, welche ebenso wie die unvollständige und veränderliche Isolation derselben das regelmässige Functioniren der Apparate stören. Ein in die Leitung irgendwo einschlagender Blitz zerstört oft ganze Strecken derselben und mit ihr die Apparate der benachbarten Stationen, wenn sie nicht durch gute Blitzableiter vor seiner Wirkung geschützt sind. Berücksichtigt man hierbei noch die unzähligen Ereignisse aller Art, welche Drähten, Isolatoren und Pfosten Zerstörung drohen, so erscheint es noch jetzt oft wunderbar, dass Leitungen, welche ununterbrochen die halbe Erdperipherie umkreisen, in oft längere Zeit ungestörtem Betriebe sein können.

Erst allmählich lehrte Nachdenken und Erfahrung diese störenden und zerstörenden Einflüsse entweder zu beseitigen oder doch unschädlich zu machen. Durch die Glockenform der Isolatoren wurde eine stets trocken bleibende Oberfläche des Isolators gebildet, welche die Isolirung des Drahtes auch bei Regenwetter sicherte. Dicke Eisen-

drähte, die man anstatt der kupfernen verwendete, widerstanden dem Sturme, dem Reife und der Zerstörung durch den Blitz und Muthwillen besser als die früheren kupfernen. Dasselbe thaten starke Pfosten, die man an Stelle der früheren dünnen Stangen verwendete. Endlich lernte man die telegraphischen Apparate so zu construiren, dass sie auch bei grossen Schwankungen der Stromstärke noch ungestört und richtig functionirten.

Nicht mit Unrecht erschienen den Männern, welche zuerst den Gedanken des elektrischen Telegraphen fassten und pflegten, die eben geschilderten Schwierigkeiten der oberirdischen Leitungen so unüberwindlich gross, dass sie es viel leichter ausführbar hielten, die Leitungsdrähte mit einem isolirenden Ueberzuge zu versehen und so in den Boden einzugraben. Sömmering wollte seine 27 Drähte einzeln mit Seide überspinnen und dann zusammen durch Glas- oder Thonröhren vom Erdboden isoliren. Gauss und Weber, sowie auch Steinheil, benutzten zwar schon oberirdische Leitungen, doch widerstanden dieselben nur kurze Zeit den zerstörenden Einflüssen aller Art und gaben auch während ihrer Dauer zu fortwährenden Störungen der Depeschenbeförderung Veranlassung.

Den Amerikanern und Engländern gelang es zuerst, die Schwierigkeiten der oberirdischen Drahtführung einigermassen zu überwinden. Auf dem europäischen Continente versuchte man dagegen anfänglich, das unterirdische Leitungssystem praktisch durchzuführen, da man hier mehr als in jenen Ländern muthwillige Zerstörung der aller Welt sichtbaren und zugänglichen oberirdischen Leitungen fürchtete. Jacobi in Petersburg machte ausgedehnte Versuche mit Kupferdrähten, die durch Umwindung mit Kautschuk und durch übergezogene Glasröhren vom Erdboden isolirt wurden. Es zeigte sich aber bald, dass auf diesem Wege keine ausreichende Isolation erreicht wurde, da die Feuchtigkeit des Bodens durch die Nähte des Kautschuks und die Verbindungsstellen der Glasröhren sich einen Weg zum Drahte bahnte und die letzteren auch häufig zerbrachen. In Preussen begann man zwar mit oberirdischen Drähten, ward aber durch die häufig eintretenden Störungen wieder davon zurückgeschreckt. Nachdem man dann den von Jacobi betretenen Weg geprüft und ebenfalls als unbrauchbar erkannt hatte, versuchte man auf einem anderen, vielversprechenden Wege die Herstellung sicherer unterirdischer Leitungen. Es war im Jahre 1846 ein neues Material, die Guttapercha, bekannt geworden, welche viele Eigenschaften, worunter die ausgezeichnete isolirende Eigenschaft, mit dem Kautschuk gemein hat, sich aber von demselben wesentlich dadurch unterscheidet, dass sie im erwärmten Zustande einen plastischen Teig bildet. Die Schwierigkeit, diesen Teig zu einer den Draht eng umschliessenden Röhre ohne Naht zu formen, wurde durch eine eigenthümliche Maschine beseitigt, welche die weiche Guttapercha durch

starken Druck continuirlich um die die Maschine passirenden Drähte legte. Die so hergestellten Leitungen waren in der That ausreichend isolirt und functionirten auf den ausgedehnten Linien, die in Norddeutschland in den nächsten Jahren in zu grosser Uebereilung angelegt wurden, mit vollständiger Sicherheit. Die Schwierigkeiten der Auffindung fehlerhafter Stellen und unzählige andere wurden zwar ebenfalls glücklich überwunden — es stellte sich aber trotzdem bald heraus, dass die Leitungen, die ohne besonderen äusseren Schutz in den Boden gelegt wurden, unhaltbar waren. Die Guttapercha wurde von Ratten und Mäusen zernagt und wurde namentlich durch den Sauerstoff der Luft, welcher durch den lockeren Boden bis zu den Drähten gelangte, dergestalt verändert, dass sie ihren Zusammenhang und ihre isolirende Fähigkeit schon nach wenigen Jahren einbüsste.

Seit diesen ungünstigen Erfahrungen ist man überall, wo sie irgend anwendbar sind, zu oberirdischen Leitungen übergegangen, die inzwischen wesentliche Verbesserungen erfahren haben. Fast alle europäischen Länder sind jetzt von einem eisernen Drahtnetz überspannt, durch welches der elektrische Bote die Gedanken und Nachrichten der Menschen in wunderbarer Geschwindigkeit von Ort zu Ort, vom atlantischen Meere zum indischen und stillen Ocean befördert. Der stets wachsende telegraphische Verkehr macht natürlich eine immer grösser werdende Zahl von Leitungsdrähten erforderlich, die in manchen Gegenden schon schwer an den Pfosten, welche bereits alle Eisenbahnen und viele Strassen begleiten, in der für die sichere Isolirung nöthigen Entfernung von einander anzubringen sind. Diese Schwierigkeit und die Erfahrung, dass mit der Zahl der Drähte die Sicherheit jedes einzelnen sich vermindert, wird wahrscheinlich mit der Zeit wieder zum verlassenen unterirdischen Systeme zurückführen. Für dieses ist jetzt durch die Entwickelung der unterseeischen oder submarinen Telegraphie eine bessere Erfahrungsgrundlage gegeben. Versuche, breite Flüsse und kleine Meeresarme durch Versenkung isolirter Drähte telegraphisch zu unterbrücken, waren schon vor den preussischen Versuchen mehrfach angestellt, doch immer mit ungünstigem Erfolge. Erst die um die Drähte gepresste Guttapercha bot ein Mittel der sicheren Isolirung und machte submarine Leitungen möglich. Die ersten auf diese Weise hergestellten Unterwasserleitungen waren eine im Frühjahr des Jahres 1848 ausgeführte Leitung im Kieler Hafen zur Entzündung von unterseeischen Minen, welche gegen die dänischen Kriegsschiffe angelegt wurde, und der Uebergang über den Rhein bei Cöln. Bald darauf bemächtigten die Engländer sich dieses Mittels zur Herstellung grösserer submariner Leitungen. Die mit Guttapercha umpressten Drähte wurden zu dem Zwecke erst mit getheertem Hanf und dann mit Eisendrähten dicht umwunden, wodurch sie eine grosse Festigkeit erhielten und vor äusseren Beschädigungen geschützt waren. Ein solches elektrisches

Drahtseil oder Kabel wird in ähnlicher Weise, wie die Schiffer ihre Seile zusammenrollen, in den Raum des zum Auslegen bestimmten Dampfschiffes eingelegt. Ist das Schiff an dem Küstenpunkte angekommen, von wo die Legung beginnen soll, so wird zuerst vom Lande aus, durch die Brandung hindurch bis zum tiefen Wasser, ein mit sehr dicken Eisendrähten umwundenes, sogenanntes Küstenkabel gelegt, welches der Zerstörung mehr widersteht wie das dünnere, für das tiefe Wasser, wo diese Gefahren weit geringer sind, bestimmte Kabel. Nachdem das Ende dieses Küstenkabels mit dem zuletzt eingelegten Ende des auf dem Schiffe befindlichen Kabels sicher verbunden ist, beginnt das Schiff seine Fahrt zum anderen Küstenpunkte. Ist es hier wieder glücklich in flachem Wasser angekommen, so wird das Ende des Tiefseekabels wieder mit dem schon im Voraus gelegten Küstenkabel verbunden, wodurch die telegraphische Verbindung dann vollendet ist.

Diese so einfach erscheinende Operation ist aber trotzdem ein sehr schwieriges und gefahrvolles Unternehmen, besonders dann, wenn die Wassertiefe gross ist. Während das Schiff durch die Kraft seiner Maschine dem Ziele zueilt, und das Kabel über eine neben dem Steuer angebrachte Rolle dem Meere zugeführt wird, sinkt es hinter dem Schiffe in Folge der Schwerkraft langsam bis zum Boden des Meeres. Würde das Kabel durch keine dieser Schwere entgegenwirkende Kraft auf dem Schiffe zurückgehalten, so würde es in grosser Geschwindigkeit auf der vom Wasser gebildeten schiefen Ebene in die Tiefe hinabgleiten. Um dies zu verhindern, muss es durch Bremsvorrichtungen mit einer Kraft zurückgehalten werden, welche dem Gewicht eines senkrecht vom Schiffe bis zum Meeresboden hinabhängenden Kabelstückes möglichst genau gleich ist. Bei grosser Meerestiefe, die oft eine halbe geographische Meile übersteigt, ist diese Kraft so bedeutend, dass die Gefahr des Reissens des Kabels bei der geringsten Störung gross wird. Wird die Auslegemaschine auch nur einen Augenblick unbrauchbar, oder wird das Kabel durch andere Gründe, durch Verwickelung oder in Folge des häufig vorkommenden Brechens eines Umhüllungsdrahtes, auf dem Wege aus dem Schiffsbauche bis zum Wasser festgehalten, so ist es in tiefem Wasser gewöhnlich verloren. Doch auch ohne zu reissen, kann das Kabel unbrauchbar werden, wenn die isolirende Hülle des Drahtes die geringste Beschädigung hat oder erhält, durch welche das Wasser Zutritt zum Leitungsdrahte findet. Durch die sorgfältigste Prüfung während und nach der Anfertigung hat man sich zwar vorher überzeugt, dass der isolirende Ueberzug fehlerfrei ist, aber der starke Zug, dem das Kabel während der Legung ausgesetzt wird, bringt doch hin und wieder Isolationsfehler zum Vorschein, die vorher nicht zu bemerken waren. Es muss das Kabel daher während der Legung einer unausgesetzten elektrischen Prüfung unterworfen werden. Zeigt sich ein Isolationsfehler, so muss die Legung sofort unterbrochen und der

zuletzt gelegte Theil des Kabels wieder in das Schiff zurückgewunden werden. Aus den angestellten elektrischen Strommessungen muss dann die Lage des Fehlers bestimmt und die Reparatur darauf ausgeführt werden. Reisst das Kabel hierbei, so ist zwar der bisher gelegte Theil desselben verloren, aber doch wenigstens der noch auf dem Schiffe befindliche Theil gerettet.

Auf eine nähere Beschreibung der Einrichtungen und Untersuchungsmethoden, mit Hülfe deren es gelungen ist, die grosse Unsicherheit der Anfertigung und Legung der submarinen Kabel nach und nach so weit zu beseitigen, dass im Laufe dieses Jahres sogar das grosse bisherige Problem der Telegraphie, die Herstellung einer direkten telegraphischen Leitung zwischen Europa und Amerika glücklich gelöst werden konnte, kann wegen des begrenzten Raumes und Zweckes dieser Blätter hier nicht näher eingegangen werden.

Diese telegraphische Verbindung der Westküste Irlands mit der Küste von New-Foundland ist nicht nur bemerkenswerth wegen der glücklich durchgeführten fehlerfreien Anfertigung und Legung des ca. 300 deutsche Meilen langen Kabels, sondern auch wegen der unerwartet grossen Geschwindigkeit und Sicherheit, mit welcher die Depeschenbeförderung durch dasselbe erfolgt.

Bereits im Jahre 1848 erkannte man eine eigenthümliche Eigenschaft der von Berlin ausgehenden unterirdischen Leitungen. Diese besteht darin, dass der elektrische Strom nicht, wie bei oberirdischen Leitungen, in seiner ganzen Länge gleichzeitig und in demselben Augenblicke, in welchem man den Leitungskreis mit dem freien Pole einer elektrischen Batterie berührt, auftritt, sondern dass der Strom etwas später am entfernten Ende der Leitung beginnt wie an dem der Batterie zugewendeten. Es hat dies darin seinen Grund, dass der Draht mit der seine isolirende Hülle umgebenden feuchten Erde eine Leydener Flasche bildet, in welcher die Elektricität sich ansammelt. Die aus der galvanischen Batterie in den unterirdischen oder unterseeischen Draht eintretende Elektricität muss daher zunächst dazu verwandt werden, die grosse Leydener Flasche, welche er bildet, mit Elektricität zu füllen oder sie zu laden, und erst nachdem dies geschehen ist, kann der Strom am entfernten Ende der Leitung beginnen. Wird die Verbindung des Drahtes mit der galvanischen Batterie unterbrochen, so hört die Ursache der Ladung auf und die auf der Oberfläche des Drahtes angesammelt ruhende Elektricität fliesst nun durch das entfernte Ende der Leitung zur Erde, wodurch die Flasche sich wieder entladet. Der Strom beginnt also nicht nur später am entfernten Ende der Leitung, sondern hört auch später wieder auf. Man kann sich diesen Vorgang ungefähr so vorstellen, als wenn man durch ein langes dünnes Rohr mit elastischen Wänden Luft pumpen wollte. In der Nähe der Pumpe würde sich das Rohr bei jedem Pumpenstosse durch

den elastischen Druck der hineingetriebenen Luft erweitern. Diese Erweiterung würde in abnehmendem Maasse bis zum andern offenen Ende des Rohres fortgehen, und der Austritt der Luft aus demselben würde erst in voller Stärke beginnen, wenn das Rohr eine kegelförmige Form angenommen hätte. Nach Vollendung des Pumpenstosses würde das Rohr sich wieder auf seinen normalen Durchmesser zusammenziehen und die überflüssige Luft aus dem entfernten Rohrende hinausgehen. Würde ein zweiter Kolbenstoss beginnen, bevor diese Ausströmung vorüber ist, so würde die Luft nicht stossweise aus dem entfernten Ende hervortreten, sondern der Strom würde garnicht mehr aufhören, und stets Luft ausfliessen, wenn auch in wechselnder Geschwindigkeit.

Aehnlich ist das Verhalten der Elektricität in der unterirdischen Leitung oder dem unterseeischen Kabel. Folgen die elektrischen Strömungen, durch welche man eine Nachricht geben will, zu schnell auf einander, so wird ein ununterbrochener Strom am anderen Ende zum Vorschein kommen, welcher zwar kleine Schwankungen in seiner Stärke zeigt, aber die Dauer der einzeln gegebenen Ströme nicht mehr klar erkennen, geschweige mechanisch dauernd sichtbar machen lässt. Man muss also auf unterseeischen Linien weit langsamer sprechen als auf oberirdischen, um klare Zeichen zu erhalten. Durch Anwendung von Wechselströmen, das heisst von abwechselnd positiven und negativen Strömen, hat man diese störenden Einflüsse zwar wesentlich vermindert und das Sprechen durch lange unterseeische Leitungen sicherer gemacht und beschleunigt; sie ganz zu beseitigen, wird aber nie möglich werden. Beim atlantischen Kabel wendet man jetzt Empfangs-Instrumente an, welche im Princip ganz mit denen, welche Gauss und Weber benutzten, übereinstimmen. Es sind dies Spiegelgalvanometer, d. h. Magnetnadeln, an welchen kleine Spiegel befestigt sind. Der Beobachter sieht in diesem Spiegel das Bild einer kleinen Flamme — wie du Bois-Reymond dies bei seinen Vorlesungen zur Sichtbarmachung schwacher Nerven- und Muskelströme zuerst benutzte. Aus dem Hin- und Zurückzucken des Spiegelbildes, das durch die sehr schwachen Ströme bewirkt wird, die als Endresultat der kräftigen Wechselströme, welche in die Leitungen geschickt werden, am empfangenden Ende der Leitung zum Vorschein kommen, muss der Beobachter den Sinn der Depeschen entziffern.

Bei oberirdischen Leitungen sind die Ladungserscheinungen, welche die Benutzung langer unterseeischer und unterirdischer Leitungen so sehr erschweren, wie schon gesagt, kaum bemerkbar. Man kann aber dennoch auch eine oberirdische Leitung als eine Leydener Flasche ansehen, bei welcher der Draht und der Erdboden die Belegungen und die zwischen Draht und Erde befindliche Luft die isolirende Glaswand vertritt. Auch der oberirdische Leitungsdraht muss mithin mit Elektricität

geladen werden, bevor der Strom am entfernten Ende beginnen kann. Der hierdurch bedingte Zeitverlust ist aber wegen des geringen Fassungsvermögens dieser Drahtflasche so gering, dass er beim Telegraphiren durch die Hand nicht in Betracht kommt. Dagegen tritt er schon merklich auf beim mechanischen Telegraphiren, bei welchem man sich der Grenze der Leistungsfähigkeit des Leitungsdrahtes bereits nähert. Je länger und dünner dieser ist, desto geringer ist die Zahl der telegraphischen Zeichen, die man durch ihn in derselben Zeit befördern kann. Auch aus diesem Grunde ist es nicht zweckmässig, zu lange Leitungskreise zu benutzen, und vortheilhafter Translationsstationen einzuschieben, wenn die Depeschen sehr lange Wegstrecken zu durchlaufen haben.

Die Frage, welches die grösste Geschwindigkeit ist, mit welcher ein Draht Depeschen zu befördern im Stande ist, kann nach Obigem nicht allgemein beantwortet werden, da dieselbe von der Zeit, welche der elektrische Strom gebraucht, um am anderen Ende der Leitung aufzutreten, oder, wie man es auch mit Unrecht ausdrückt, von der Geschwindigkeit der Elektricität im Drahte abhängt, und da diese Zeit von der Länge und dem Querschnitte des Drahtes und von seiner Entfernung von anderen Leitern, sowie auch von der grösseren oder geringeren Leitungsfähigkeit des Metalles, aus dem er besteht, abhängig ist. Durch Rechnung hat man gefunden, dass die wirkliche Geschwindigkeit der Elektricität selbst grösser ist wie die des Lichtes, also über 40 000 deutsche Meilen in der Sekunde. Da man aber keinen Draht ausspannen kann, der keine Flaschenwirkung hat, so ist die Fortpflanzung der elektrischen Wirkung in allen telegraphischen Leitern eine weit geringere, besonders bei unterseeischen Drähten, bei welchen jene besonders gross ist. Zuverlässige Versuche über die wirkliche Grösse derselben liegen noch nicht vor.

Wie man sieht, haben Wissenschaft und Technik noch ein weites Arbeitsfeld vor sich, um die Telegraphie theoretisch und praktisch so fortzubilden, dass sie den täglich grösser werdenden Anforderungen, welche das sociale Leben an sie stellt, dauernd genügen könne!

Neuer Regulator für den Morse-Schreibapparat von Siemens & Halske.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 13, S. 27.)

1866.

Bei dem gewöhnlichen alten Morseschreiber, dessen Räderwerk durch ein Gewicht in Bewegung gesetzt wird, wird bekanntlich die erforderliche gleichmässige Geschwindigkeit des ablaufenden Papierbandes in sehr einfacher Weise durch einen auf der am schnellsten rotirenden Welle des Räderwerks unwandelbar befestigten Windfang herbeigeführt. Für Apparate, deren Räderwerk durch eine spiralförmig aufgewickelte Feder in Bewegung gesetzt wird, bei denen also die treibende Kraft nicht konstant ist, sondern sich ändert, je nachdem die Feder ganz aufgezogen oder schon mehr abgelaufen ist, haben die Herren Siemens und Halske schon früher einen beweglichen Windfang konstruirt, der im IX. Bande dieser Zeitschrift[1]) beschrieben und abgebildet ist.

In beiden Fällen wird aber nur erreicht, dass eine von den Konstruktionsverhältnissen, den Dimensionen des Windflügels und der Grösse der bewegenden Kraft abhängige, vorher bestimmte mittlere Geschwindigkeit des Papierbandes nahezu gleichförmig erhalten wird; ein wesentlich schnelleres oder langsameres Ablaufen des Papiers würde sich nur etwa durch Abänderung der bewegenden Kraft, durch Veränderung der Dimensionen der Windfahne etc. herbeiführen lassen. Für die gewöhnlichen Morseapparate, welche die vom Telegraphisten der anderen Station mit der Hand am Schlüssel gegebenen Zeichen aufzunehmen haben, lag indess auch kein dringendes Bedürfniss vor, die Geschwindigkeit des ablaufenden Papiers nach Belieben wechseln zu können; ist bei einem Apparat die Geschwindigkeit, mit der das Papier abläuft, etwas grösser als bei dem anderen, oder telegraphirt ein Beamter etwas langsamer als der andere, so hat dieses keine andere Folge, als dass die Schrift bald etwas gesperrter bald etwas gedrängter ausfällt, ohne dadurch unleserlich zu werden.

[1]) S. 164 ff. dieser Sammlung.

Anders aber liegen die Verhältnisse für die Morseschreiber, welche die Schrift des Siemens-Halske'schen Typenschnellschreibers aufzunehmen bestimmt sind. Hier kann die Geschwindigkeit, mit der die Typenschiene unter dem Kontakthebel fortgleitet, in viel weiteren Grenzen schwanken, und der jedesmaligen Geschwindigkeit muss stets die Geschwindigkeit des ablaufenden Papiers am Empfangsapparate der anderen Station wenigstens einigermaassen angepasst sein, wenn die Schrift lesbar bleiben soll; immer aber muss sie sehr viel grösser sein, als bei den gewöhnlichen Apparaten. Ueberdies kommt es bei den mit diesen Apparaten besetzten Linien häufig vor, dass, theils bei Einleitung der Korrespondenz, theils bei irgend welchen vorkommenden Unordnungen oder Störungen, auf den Betrieb bezügliche dienstliche Bemerkungen mit dem Schlüssel abtelegraphirt werden müssen. Für diese Korrespondenz ist die Geschwindigkeit, mit der das Papierband des Schnellschreiber-Morse abläuft, viel zu gross; man musste daher neben letzterem noch einen gewöhnlichen Morse aufstellen, der nach Bedürfniss statt jenes in die Linie eingeschaltet werden konnte, oder man musste alle solche Betriebsbemerkungen auf einer anderen Leitung abtelegraphiren, was aber für den Betrieb dieser zweiten Leitung vielfach störend war.

Für dergleichen Schnellschreiber-Morse bot sich also die Aufgabe: den Geschwindigkeitsregulator so zu konstruiren, dass nicht nur die Ablaufgeschwindigkeit des Papierbandes gleichförmig wird — und zwar in noch höherem Maasse als bei den gewöhnlichen Morse-Apparaten erforderlich ist — sondern dass auch diese Geschwindigkeit durch eine leicht und schnell ausführbare Verstellung von Theilen in weiten Grenzen geändert werden kann. Diese Aufgabe haben die Herren Siemens und Halske durch die in Fig. 109 in Ober- und Seitenansicht dargestellte Vorrichtung gelöst.

Die Idee der Windflügel ist hier ganz verlassen; an ihre Stelle sind zwei mittelst dünner elastischer Stäbe an einer schnell rotirenden Axe befestigte Kugeln getreten, die unter dem Einflusse der Rotation, in Folge der Centrifugalkraft, auseinander fliegen und zwei an ihnen befestigte Federn mit mehr oder weniger Reibung (je nach der Geschwindigkeit) gegen die Innenseite eines sie umgebenden feststehenden Cylindermantels drücken.

vv ist die letzte, am schnellsten rotirende Welle des Räderwerkes; das auf ihr befestigte Zahnrad *V* greift in eine am oberen Ende der vertikal stehenden Regulatorspindel *AA* befindliche Schraube ohne Ende *S* und setzt die Spindel in schnelle Rotation. Unterhalb des Schraubenganges *S* ist auf der Spindelaxe das Klötzchen *b* angeschraubt, an welchem zwei die Kugeln *GG* tragende elastische Stahllamellen *hh* befestigt sind. An der Aussenseite der Kugeln befinden sich die Federn *f*, *f*; diese legen sich beim Auseinanderfliegen der Kugeln an die cylindrische Innenseite der flachen offenen Dose *MM*, welche auf dem Metall-

stück K, welches auch das untere Zapfenlager der Regulatorspindel trägt, unverrückbar befestigt ist. Der Boden der Dose ist mit einer centrischen kreisförmigen Durchbohrung von solcher Weite versehen, dass nicht nur die Spindel selbst, sondern auch die an ihrem unteren Ende befestigte Friktionsscheibe p frei hindurchtreten kann. Das Anlegen des um den Stift q drehbaren Hebels PP — dessen Gestalt man namentlich an der punktirt angedeuteten Stellung P_1P_1 erkennt — an diese Friktionsscheibe bewirkt, wie gewöhnlich, die Arretirung des Räderwerkes und des Papierbandes.

Durch die bisher beschriebene Konstruktion aber würde der beabsichtigte Zweck noch nicht erreicht werden. Um die resultirende gleichförmige Ablaufgeschwindigkeit nach Belieben ändern zu können, muss man ein Mittel in Händen haben, die Reibung der Federn f, f in der Trommel M auch unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit ändern zu können. Dies bewirkt der Theil C, welcher durch die Gabel D gehalten wird und mittelst derselben verstellt werden kann. Es ist dies eine kleine, in der Axe centrisch durchbohrte und, um jedes

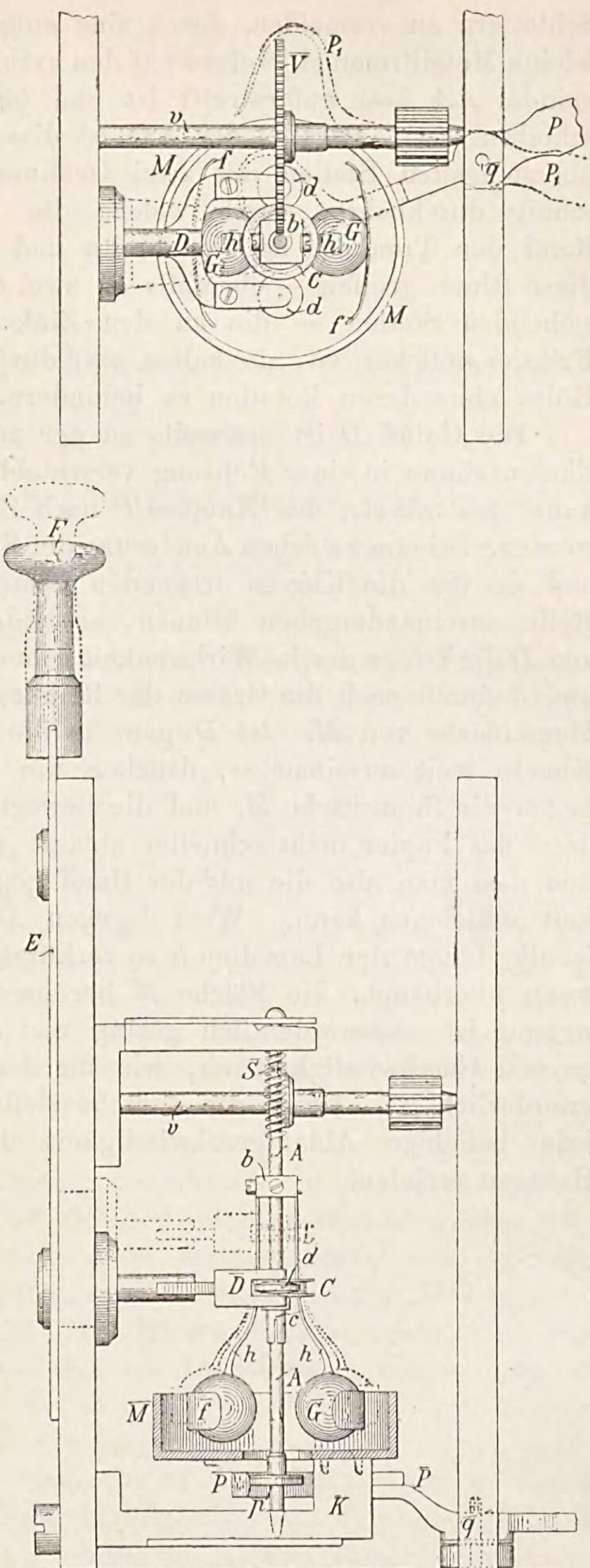


Fig. 109.

Schlottern zu vermeiden, durch eine aufgeschlitzte Büchse *c* verlängerte kleine Metalltrommel, welche auf den cylindrischen Theil der Regulatorspindel *AA* lose aufgestreift ist und längs derselben sich leicht verschieben lässt. Parallel der Axe ist dieselbe an zwei diametral gegenüberstehenden Stellen mit zwei Oeffnungen von rechteckigem Querschnitt durchbohrt, durch welche die Lamellen *hh* treten; in den Rand der Trommel ist eine breite und tiefe Rinne eingedreht. In diese Rinne greifen — ebenfalls an zwei einander diametral gegenüberstehenden Stellen — die an den Zinken der Gabel *D* befindlichen Friktionsröllchen *dd*; sie halten also die Trommel *C* in einer gewissen Höhe, ohne deren Rotation zu behindern.

Die Gabel *D* ist ihrerseits an der mittelst des Knopfes *F* in vertikalem Sinne in einer Führung verschiebbaren Schiene *E* befestigt und kann also mittelst des Knopfes *F* nach Belieben gehoben oder gesenkt werden. Bei einer solchen Aenderung der Stellung von *D* folgt die Rolle *C*, und da die die Kugeln tragenden Lamellen *h* erst unterhalb dieser Rolle auseinandergehen können, so ändert man durch Verschiebung von *D* die Länge des in Wirksamkeit kommenden Theiles der Lamellen *h* und dadurch auch die Grösse der Reibung der Federn *f* an der inneren Mantelfläche von *M*. Ist *D* ganz in die Höhe gezogen, so fliegen die Kugeln weit auseinander, drücken die Federn *f*, *f* mit grosser Kraft gegen die Bremsfläche *M*, und die Bewegung wird so stark verlangsamt, dass das Papier nicht schneller abläuft als beim gewöhnlichen Morse, und dass man also die mit der Hand gegebene Schrift ohne Schwierigkeit aufnehmen kann. Wird dagegen *D* ganz heruntergeschoben, so ist die Länge der Lamellen *h* so verkürzt, dass die Federn kaum noch, wenn überhaupt, die Fläche *M* berühren; die Verzögerung der Bewegung ist ausserordentlich gering und das Papier läuft mit einer so grossen Geschwindigkeit ab, wie für den Schnellschreiber nur irgend erforderlich ist. Durch die Zwischenstellungen von *D* kann man also jede beliebige Ablaufgeschwindigkeit des Papiers innerhalb dieser Grenzen erzielen.

Die pneumatische Depeschenbeförderung zwischen der Central-Telegraphenstation in Berlin und dem Börsengebäude daselbst.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 13, S. 90.)

Vorbemerkung. Auf Veranlassung der obersten Telegraphenbehörde legten die Herren Siemens & Halske im Jahre 1865 einen detaillirten Entwurf einer pneumatischen Verbindung zwischen dem Börsengebäude und der Central-Telegraphenstation zu Berlin vor, der angenommen und dessen Ausführung der Firma in Entreprise gegeben wurde. Der Entwurf begann mit einer ausführlichen Erörterung der theoretischen Grundlagen der Einrichtung, gestützt auf eingehende Versuche, welche zu diesem Zweck angestellt waren. Dieser theoretische Theil ist bereits im ersten Bande dieser Sammlung auf S. 197 ff. abgedruckt unter dem Titel „Ueber das Bewegungsgesetz der Gase in Röhren“. Das Folgende ist die in der officiellen Telegraphen-Zeitschrift von deren Redakteur, Herrn Dr. Brix, gegebene technische Beschreibung der Anlage in der Form, in welcher sie von den Herren Siemens & Halske ausgeführt wurde.

Zwischen dem neuen Telegraphengebäude in der Französischen Strasse und dem Börsengebäude in der Burgstrasse sind neben einander, 2 bis 3 Fuss tief unter dem Strassenpflaster zwei Stränge o und p (Fig. 110) von gezogenen schmiedeeisernen Röhren von $2^1/_4$ Zoll lichter Weite gelegt. Im Börsengebäude stehen dieselben wenige Fuss von ihren Enden durch ein Zwischenrohr t mit einander in Verbindung, während die Enden selbst durch Hähne oder Ventile geschlossen sind.

Im Telegraphengebäude kommunicirt der Röhrenstrang o durch ein etwa 5 Fuss von dessen Ende abzweigendes und durch den Hahn X absperrbares Rohr m mit einem Reservoir C mit komprimirter Luft, der Röhrenstrang p dagegen durch das etwa 1 Fuss von seinem Ende abzweigende, mit dem Hahn Z versehene Rohr n mit einem anderen

Reservoir V, in welchem die Luft evacuirt ist. Die Enden der Röhren sind auch hier verschlossen und zwar das Ende des Röhrenstranges o durch die Hähne l und h; das Ende des Stranges p aber durch das Klappenventil g, welches später indess ebenfalls durch einen Hahn ersetzt worden ist. Zwischen den beiden Reservoiren V und C ist die Luftpumpe (Cylindergebläse) eingeschaltet, welche die Luft aus dem Reservoir V schöpft und in das Reservoir C hineintreibt. Zum Betriebe dieser Pumpe ist im Souterrain des Telegraphengebäudes eine Dampfmaschine von 10 bis 12 Pferdekräften mit liegendem Cylinder aufgestellt, deren Dampfkolbenstange auf ihrer Verlängerung direkt den Luftpumpenkolben trägt. Geht der Luftpumpenkolben in der

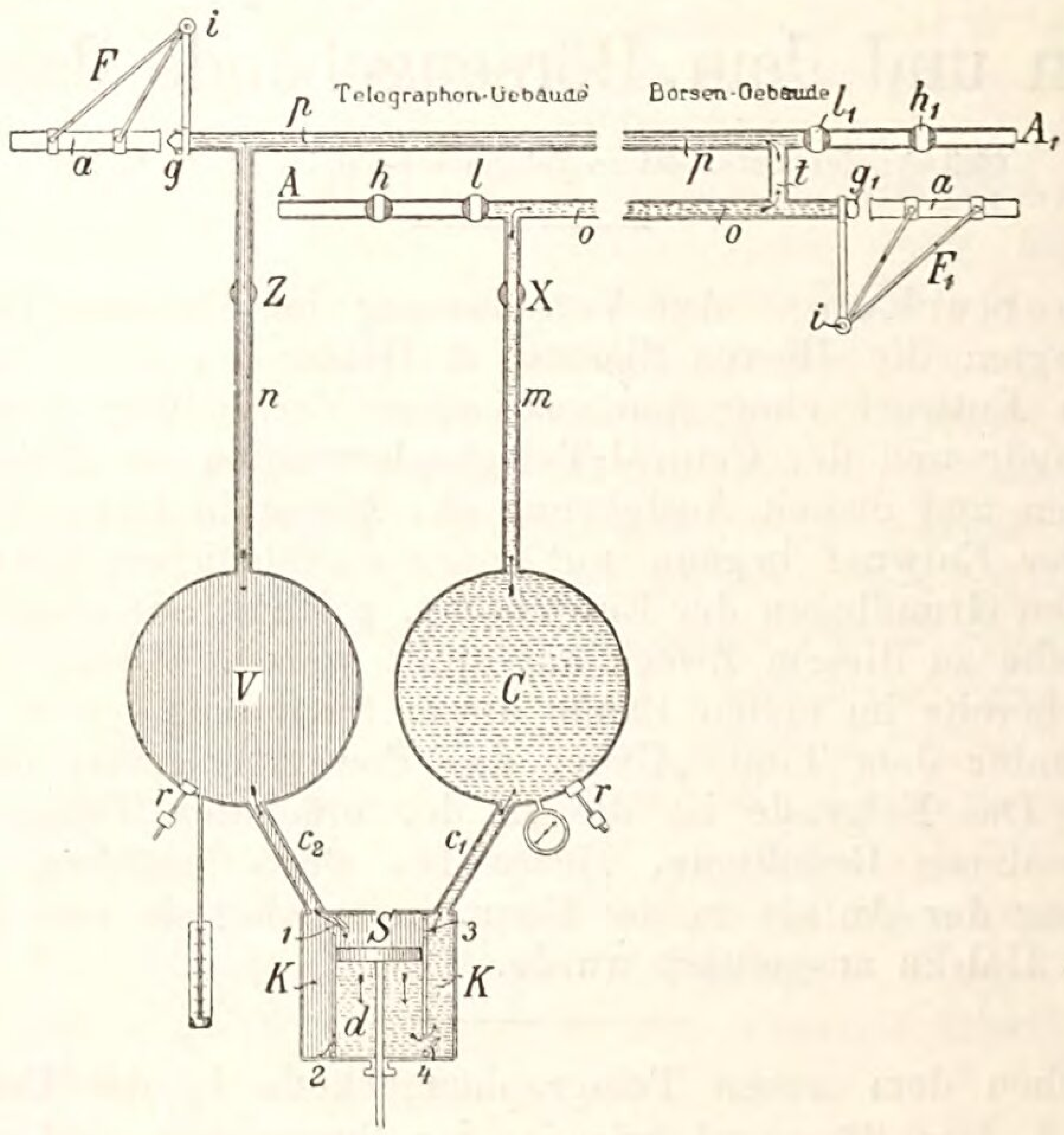


Fig. 110.

Richtung der Pfeile, so heben sich die Ventile *1* und *4*; die Luft wird von dem Kolben nach d hin komprimirt, durch das geöffnete Ventil *4* in die Kammer K und aus dieser durch das Verbindungsrohr c_1 in das Reservoir C getrieben, während in das hinter dem Kolben entstehende Vacuum Luft aus dem Reservoir V durch das Ventil *1* zuströmt. Beim Rückgang des Kolbens schliessen sich die Ventile *1* und *4*, dagegen öffnen sich die Ventile *2* und *3*; die im Pumpenstiefel vor dem Kolben vorhandene Luft wird also nun durch das Ventil *3* wiederum in das Reservoir C getrieben, während die Pumpe jetzt durch das Ventil *2* aus dem Reservoir V schöpft. Es wird also stets, beim Hingange wie

beim Rückgange des Kolbens die Luft in dem Reservoir *V* verdünnt und im Reservoir *C* komprimirt. Beide Reservoire kommuniciren aber mit einander durch die Röhrenstränge *o* und *p* und das Verbindungsrohr *t*; die aus *V* in das Reservoir *C* gepresste Luft wird also auf diesem Wege stets wieder in das Reservoir *V* zurückströmen und es entsteht mithin, wenn die Pumpe arbeitet, ein kontinuirlicher Luftstrom von *C* durch das Rohr *o* zur Börse hin, hier durch das Zwischenrohr *t* zum Rohre *p* und durch dieses zurück nach dem Reservoir *V*.

Bringt man einen Depeschenwagen — d. h. eine mit Rädern versehene, zur Aufnahme der zusammengerollten Depeschenniederschrift eingerichtete cylindrische Büchse von unten näher zu beschreibender Konstruktion, welche wie ein Stempel in den Röhrenstrang passt — an irgend einer Stelle in das Röhrensystem, so wird er von dem Luftstrome erfasst und bis ans Ende des betreffenden Stranges mit fortgeführt. Man kann also in dieser Weise den Depeschenwagen durch das Rohr *o* von dem Telegraphengebäude nach der Börse und durch das Rohr *p* von der Börse nach dem Telegraphengebäude befördern.

Um den Grad der Kompression der Luft im Reservoir *C* und der Verdünnung in *V* kontroliren zu können, sind beide Reservoire mit passend konstruirten Manometern versehen. Ausserdem besitzt *C* ein nach aussen, *V* ein nach innen sich öffnendes Sicherheitsventil *r r* von 2 Zoll Durchmesser, durch deren Belastung man die Spannung der Luft in den Reservoiren auf gewissen Grenzen halten und somit die Geschwindigkeit des Wagens reguliren kann. Ist die Belastung dieser Ventile für eine gewünschte Geschwindigkeit des Wagens einmal ausprobirt, so darf man diese Belastung nicht willkürlich ändern, weil dadurch selbstredend auch die Geschwindigkeit des Wagens eine andere werden würde.

Zum Einbringen der Depeschenwagen dient im Telegraphengebäude das über den Abzweigungspunkt des Verbindungsrohres *m* hinausragende Ende *A* des Röhrenstranges *o*. Dies Röhrenstück ist, wie schon erwähnt, mit zwei Hähnen *l* und *h* versehen, deren Durchbohrung genau dem Lumen der Röhren entspricht, so dass sie, wenn geöffnet, die Depeschenwagen hindurchlassen, und deren Abstand von einander etwas grösser als die Länge eines Depeschenwagens ist, so dass ein solcher zwischen ihnen bequem in der Röhre Platz findet; für gewöhnlich sind diese Hähne geschlossen. Das äusserste Rohrende jenseits *h* bis *A* ist der Länge nach aufgeschlitzt und zu einer oben offenen Mulde aufgebogen. In diese Mulde wird der abzusendende Depeschenwagen gelegt, und da die Röhre von *A* gegen den in der Erde liegenden Strang *o* etwas Fall hat, so rollt er abwärts bis vor den noch geschlossenen Hahn *h*. Nun wird dieser Hahn geöffnet; der Depeschenwagen rollt hindurch und bis vor den Hahn *l*, und nachdem endlich der Hahn *h* wieder geschlossen und der Hahn *l* geöffnet worden, geht der Wagen

auch durch diesen Hahn und rollt in das unterirdische Rohr o hinab, und sobald er dabei die Einmündungsstelle des Rohres m passirt hat, wird er vom Luftstrome erfasst und durch das Rohr bis zur Börsenstation hin geführt. Hier angekommen, tritt er nicht in das engere Verbindungsrohr t ein, sondern setzt seinen Weg in gerader Richtung durch die Verlängerung des Rohres o fort, stösst am Ende desselben, vermöge der erlangten Geschwindigkeit, die Klappen des Ventils g_1 auf und fliegt in das davor befindliche Rohr a des Fängers F_1, aus welchem er endlich herausgenommen werden kann. In ähnlicher Weise geschieht die Sendung der Depeschen von der Börse nach dem Telegraphengebäude durch den anderen Röhrenstrang p, welcher zu dem Ende in der Börsenstation die Hähne l_1 und h_1 nebst der offenen Mulde A_1, in der Station im Telegraphengebäude dagegen das Abschlussventil g nebst dem Fänger F besitzt.

Der Fänger F bestand in seiner ursprünglichen, seitdem verlassenen, Konstruktion aus einem etwa 2 Fuss langen, an einem Ende geschlossenen Rohr, etwas weiter als das Rohr o, welches, in Verlängerung des Röhrenendes liegend, dem Ventile g sein offenes Ende zukehrte und dessen hinteres Ende bis zum Boden mit einem Kautschukbuffer gefüllt war; dasselbe war an zwei Armen um die vertikale Axe i drehbar, wurde aber durch eine starke, auf diese Axe aufgeschobene Spiralfeder mit seinem offenen Ende gegen g gelegt. Der Stoss des durch das geöffnete Ventil g in das Rohrstück a fliegenden Depeschenwagens bewirkt, dass dieses Rohr um die Axe i sich dreht und dadurch die Spiralfeder stärker anspannt, bis der Widerstand derselben der Flugkraft des Wagens das Gleichgewicht hält. Eine Sperrvorrichtung verhinderte das Rückschlagen des Fängers; erst nachdem der Wagen herausgenommen worden, löste man durch einen Hebel die Sperrklinke aus, worauf der Fänger seine alte Stellung, dem Rohrende gegenüber, wieder einnahm.

Ein Doppelklappenventil g war eigentlich nur am Ende des Stranges p in der Station des Telegraphengebäudes unerlässlich, und hier wurde es durch den Ueberschuss des äusseren atmosphärischen Druckes geschlossen gehalten und auch nach dem Durchgange des Depeschenwagens wieder geschlossen. Auf der Börsenstation war ein solches Ventil eigentlich nicht nöthig, weil hier — in der Mitte der Rohrschleife — der Luftdruck im Rohre derselbe ist, wie ausserhalb, so dass es nichts schadet, wenn hier die Röhre mit der äusseren Luft kommunicirt. Der Sicherheit wegen war gleichwohl auch hier ein solches Ventil vorhanden, dessen Klappen aber durch Federn gegen den Ventilsitz gedrückt werden mussten.

Die Konstruktion des Fängers hat in der ersten Zeit nach Inbetriebstellung der Anlage am meisten Schwierigkeiten veranlasst. Die Geschwindigkeit, mit der die Depeschenwagen auf der Bestimmungsstation ankamen, war selbst bei langsamstem Gange der Dampfmaschine so

gross, dass bei ihrem Zusammenstoss mit dem Fänger häufig bald der Wagen, bald der Fänger und namentlich die Feder desselben, Schaden litt; wurde aber die Geschwindigkeit der Beförderung mehr vermindert, so kam es wohl vor, dass die von der Börse kommenden Depeschenwagen bei der Ankunft im Telegraphengebäude nicht im Stande waren, das Ventil *g* kräftig genug aufzuschlagen und dann von den wieder zuschlagenden Klappen desselben gefasst und festgehalten wurden. Man hat daher diesem Theile der Anlage, nach mehrfachen Abänderungen der ursprünglichen Idee, schliesslich die Einrichtung gegeben, welche in Fig. 111 abgebildet ist.

In Fig. 111 ist die gegenwärtige Einrichtung der Station im Souterrain des Telegraphengebäudes in $^1/_{24}$ der wirklichen Grösse dargestellt. Die Dampfmaschine nebst der Luftpumpe und die Reservoire *V* und *C* befinden sich in einem benachbarten Souterrainraume. Die Verbindungsröhren dieser Reservoire mit den Rohrsträngen sind unter dem Fussboden bis zu den Stutzen m_2 und n_2 geführt und steigen von hier zu den betreffenden Röhren in die Höhe. In den horizontalen, unter dem Fussboden liegenden Theilen besitzt jede dieser Röhren

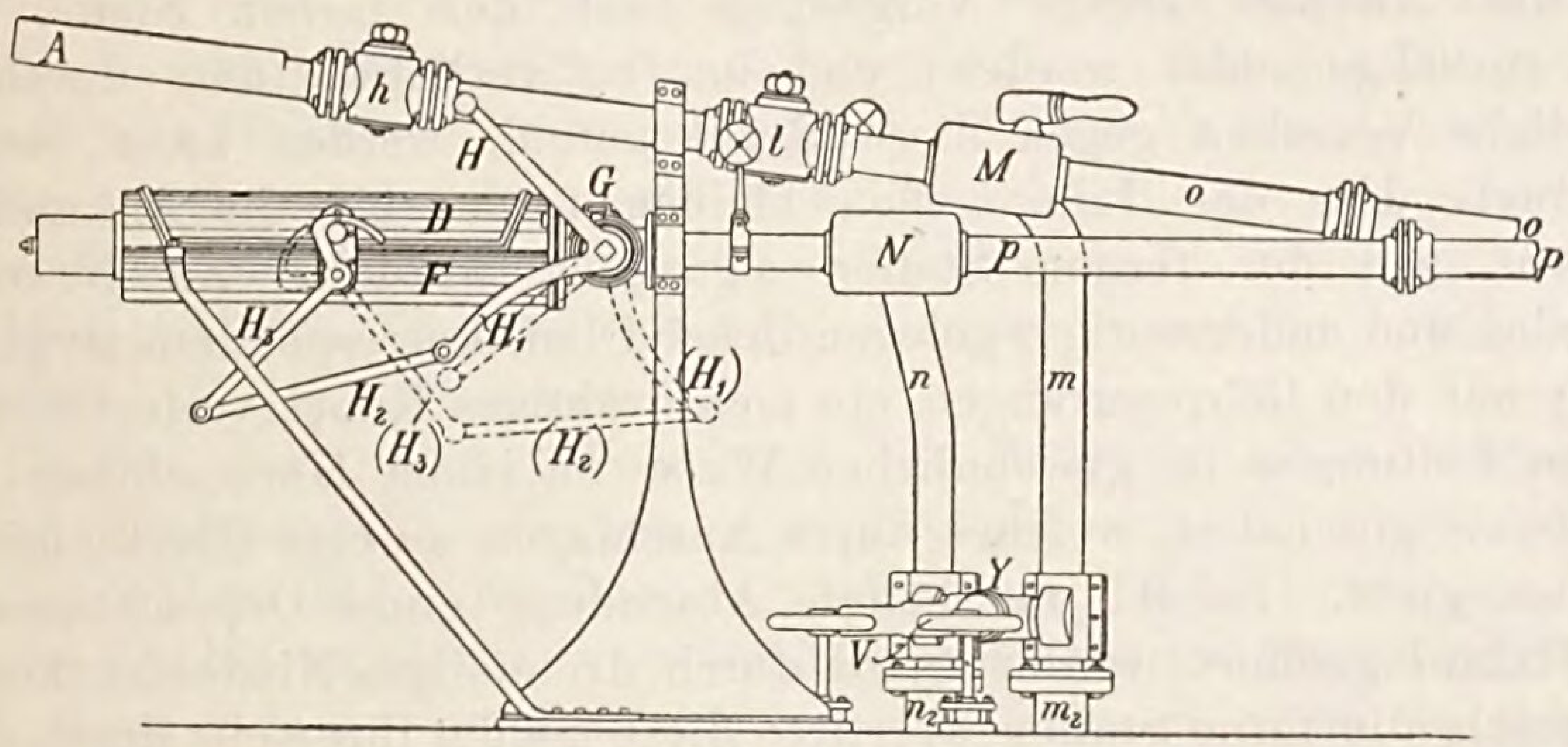


Fig. 111.

ein Absperrventil, das beim gewöhnlichen Betriebe offen ist; durch Drehen der Räder *V* können diese Ventile geschlossen werden. Etwas oberhalb der Stutzen m_2 n_2 ist ferner zwischen den Röhren *m* und *n* der Hahn *Y* eingeschaltet, der bei normalem Betriebe stets geschlossen ist, nöthigen Falles aber die Herstellung einer Zwischenverbindung zwischen den beiden Röhren gestattet. Näher an den Beförderungsröhren *o* und *p* befinden sich endlich Absperrhähne in den Röhren *m* und *n*, welche bei normalem Betriebe stets offen sind. Den Gebrauch dieser Hähne und Ventile werden wir später kennen lernen.

Die Verbindungsröhren *m* und *n* sind nicht direkt in die Röhren *o* und *p* eingeführt, weil in den dabei entstehenden grösseren Löchern die Depeschenwagen sich stossen oder festklemmen könnten; sie münden

vielmehr in die etwas weiteren Mantelstücke *M* und *N*, welche die hier mit vielen feinen Löchern durchbohrten Röhren *o* und *p* luftdicht umschliessen.

Die Funktion der Hähne *l* und *h* und der Mulde *A* ist schon oben angegeben; ihre Konstruktion bietet nichts Ungewöhnliches dar und ist aus Figur 111 ohne Beschreibung zur Genüge ersichtlich. Zu erwähnen ist nur, dass vermöge eines einfachen Mechanismus beim Oeffnen des Hahnes *l* ein Stab, der eine mit gefärbtem Papier beklebte Scheibe trägt, sich aufrichtet und beim Schliessen dieses Hahnes sich wieder niederlegt und dann durch das Rohr *o* dem Auge des Beamten fast verdeckt ist. Dadurch wird es dem den Betrieb besorgenden Personal möglich, selbst aus einiger Entfernung auf den ersten Blick zu erkennen, ob der Hahn *l* offen oder geschlossen ist. Es ist nämlich, obwohl es theoretisch keinerlei Bedenken hat, zwei Wagen in kurzen Intervallen einander folgen zu lassen, so dass beide gleichzeitig im Rohre sich bewegen, doch der grösseren Sicherheit wegen bis jetzt der Betrieb so geregelt, dass immer nur ein Depeschenwagen im Rohre sich befindet, dass also kein Wagen früher abgelassen werden darf, als die Ankunft seines Vorgängers auf der fernen Station von dort zurückgemeldet worden; und um zu verhüten, dass durch ein zufälliges Versehen gegen diese Regel gefehlt werden kann, ist angeordnet, dass der Hahn *l* offen bleiben muss, bis die Ankunft des Wagens von der fernen Station signalisirt worden. Zu derartigen Signalen und anderweitiger gelegentlicher Dienstkorrespondenz ist gleichzeitig mit den Röhrensträngen ein mehrdrähtiges Kabel verlegt worden, dessen Leitungen in gewöhnlicher Weise an einen Morseschlüssel und ein Relais geschaltet, welches durch Anschlagen an eine Glocke hörbare Zeichen giebt. Sobald nun behufs Absendung eines Depeschenwagens der Hahn *l* geöffnet worden, wird durch dreimaliges Niederdrücken des Schlüssels die ferne Station avertirt; diese meldet ihrerseits durch einen einzelnen Glockenschlag, wenn der Wagen dort angekommen ist, und nach Ertönen dieses Rückmeldungssignals wird Hahn *l* auf der sendenden Station geschlossen und der Apparat ist nun wieder bereit zur Absendung eines neuen Wagens.

Der am Ankunftsende des Rohres *p* befindliche Depeschenfänger hat, wie schon erwähnt und wie aus Fig. 111 erhellt, eine von der ursprünglichen ganz abweichende Einrichtung erhalten. An die Stelle des Klappenventiles *g* ist ein Hahn *G* getreten, dessen Konus eine dem Lumen des Röhrenstranges entsprechende Durchbohrung besitzt, die bei Oeffnung des Hahnes dem Depeschenwagen den Durchgang gestattet. Unmittelbar an den Flansch dieses Hahnes schliesst sich ein viereckiger, durch den um Charniere beweglichen Deckel *D* luftdicht schliessbarer, gusseiserner Kasten *F*; die Innenwände dieses Kastens sowie des Deckels *D* sind mit steifen Bürsten besetzt, die nach hinten allmählich

enger zusammentreten. Der zwischen diesen Bürsten bleibende offene Raum ist beträchtlich enger als der äussere Durchmesser der Depeschenwagen, so dass diese nur unter Umbiegung der Borsten in diesen Kasten eindringen können und durch die dadurch verursachte Reibung bald zum Stillstand gebracht werden. Der hintere Fortsatz des Kastens enthält überdies noch einen Kautschukbuffer.

Wenn der Hahn *G* offen und der Deckel *D* geschlossen ist, so kommunicirt der Raum im Fängerkasten mit dem Vacuumreservoir *V*, und der Deckel wird dann schon durch den Ueberdruck der Atmosphäre geschlossen gehalten. Zur grösseren Sicherheit indess ist die Handhabe *H* des Hahnes durch eine gegliederte Hebelvorrichtung so mit dem drehbaren Hebel H_3 verbunden, dass dieser sich beim Oeffnen des Hahnes mit seinem oberen hakenförmigen Ende über den Knopf des Deckels *D* legt und diesen fest zudrückt, beim Schliessen des Hahnes *G* aber jenen Knopf freilässt. Der Konus des Hahnes besitzt überdies neben der schon erwähnten noch eine feine Seitendurchbohrung, welche den Raum im Fängerkasten mit der äusseren Luft in Kommunikation setzt, sobald der Hahn gegen den Röhrenstrang geschlossen wird. Es kann also nach Schliessung des Hahnes *G* der Deckel *D* ohne Schwierigkeit geöffnet werden. Um einem zufälligen Drehen des Hahnes *G* vorzubeugen, ist auf dem Mantel desselben eine Feder angebracht, welche mit einer Nase in einen Ausschnitt des Hahnkegels einfällt und diesen festhält; diese Feder muss erst mit der linken Hand etwas gehoben werden, ehe man den Hahn *G* mittelst der Handhabe *H* drehen kann.

Neben dem Hahne *G* ist auf der Röhre *p* ein niederlegbares Stäbchen angebracht, welches eine ähnliche Scheibe trägt, wie die schon erwähnte mit dem Hahne *l* verbundene. Sobald von der fernen Station das Signal erfolgt, dass ein Depeschenwagen abgesendet worden, wird diese Scheibe aufgerichtet und der Hahn *G* geöffnet, wenn er etwa zufällig geschlossen war. Nach der Ankunft des Depeschenwagens, die mit sehr vernehmlichem Geräusch erfolgt, wird jene Scheibe niedergeklappt, der Hahn *G* geschlossen, der Fängerkasten geöffnet und der angekommene Wagen herausgenommen.

Die Station im Börsengebäude hat eine ganz ähnliche Einrichtung; nur fehlen daselbst mit der Luftpumpe und den Reservoiren *V* und *C* auch die Verbindungsröhren *m* und *n* mit ihren verschiedenen Hähnen und Ventilen und sind durch ein kurzes Rohr *t* ersetzt, welches die Mantelstücke *M* und *N* direkt mit einander verbindet.

Beide Endstationen der pneumatischen Röhrenpost befinden sich in den Souterrainräumen der betreffenden Gebäude. Im Börsengebäude wird die Verbindung der pneumatischen Station mit den im Erdgeschosse befindlichen Büreauräumen durch einen über Riemenscheiben, die mit Handkurbeln gedreht werden, gelegten und durch ein System

von Rollen passend geleiteten und gespannten in sich zurücklaufenden Riemen bewirkt, der an zwei Stellen Taschen zur Aufnahme der Depeschen besitzt. Im Telegraphengebäude hat die pneumatische Station nur mit dem 3 Treppen hoch gelegenen Apparatsaale zu communiciren; dies geschieht durch eine pneumatische Röhrenverbindung, ganz ähnlich der im Jahrgang 1864 S. 1 dieser Zeitschrift beschriebenen, welche den Apparatsaal mit den Annahme- und Expeditionsräumen verbindet; mit dem einzigen Unterschiede, dass der dazu erforderliche Luftstrom nicht mit einem Blasebalg erzeugt wird, sondern durch Entnahme von komprimirter Luft aus dem Reservoir *C*, welches zu dem Ende durch ein mit einem Hahn versehenes Rohr mit dem unteren Ende des pneumatischen Beförderungsrohres in Verbindung steht. Als Hülsen der zu befördernden Depeschen werden dabei verschlossene Blechbüchsen verwendet, die an beiden Endflächen mit dicken Filzscheiben von etwas grösserem Durchmesser armirt sind. Diese Hülsen haben in der etwas weiteren Büchse der Depeschenwagen bequem Raum, so dass die Depeschen aus den Hülsen nicht herausgenommen zu werden brauchen, sondern mit diesen vom Telegraphengebäude nach der Börse oder die abzusendenden umgekehrt von der Börse nach dem Telegraphengebäude und hinauf in den Apparatsaal befördert werden können.

Wenden wir uns nun zum Depeschenwagen; ein solcher ist in Fig. 112 in $^4/_{15}$ der wirklichen Grösse abgebildet. Den mittleren, zur Aufnahme der Depeschenhülse bestimmten Theil des Wagens bildet

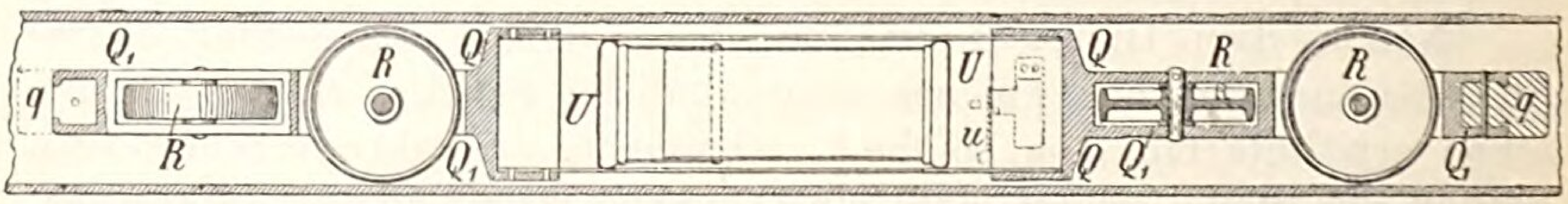


Fig. 112.

eine gezogene Messingröhre *U* von $7^5/_8$ Zoll Länge, $1^3/_4$ Zoll äusserem Durchmesser und reichlich $^1/_{32}$ Zoll Wandstärke. Auf die Enden derselben sind eiserne Kappen *Q Q* aufgeschoben, auf deren Bodenstücken die massiven eisernen Fortsätze Q_1 Q_1 aufsitzen, die mit passenden Ausschnitten für je zwei Räder *R R* versehen sind und die Axen dieser Räder tragen. Die Enden dieser Fortsätze haben in der Axe schwach konische Ausbohrungen *q q*, in welche als Buffer dienende Kautschukpfropfen zur Hälfte eingesetzt und mit einem Splint befestigt sind. Die eine der eisernen Kappen *Q Q* ist auf der Röhre *U* festgenietet; die andere, als Deckel der Büchse dienend, ist über das Rohr, auf welches sie genau passt, nur aufgeschoben und durch doppelten Bajonetverschluss — an zwei diametral gegenüberstehenden Stellen — daran befestigt, wie die Figur zeigt. Da bisweilen durch die Bewegung des Wagens im Rohre der Deckel sich von selbst etwas

dreht und in Folge dessen ganz abfallen und ein Festklemmen des Wagens im Rohre herbeiführen könnte, so ist auf dem Rohre *U* noch eine kleine Feder *u* befestigt, welche sich mit einer Nase in den Ausschnitt der Kappe legt, sobald diese in Verschluss gedreht worden, und so ein zufälliges Zurückdrehen unmöglich macht. Soll die Büchse geöffnet werden, so muss man erst diese Feder etwas zurückdrücken und kann erst dann die Kappe drehen.

Uebrigens ist an diesem Verschlusse schon mehrfach geändert worden; wir haben vorstehend die neueste Konstruktion beschrieben. Bei den älteren ist auch der Deckel an ein 4 bis 5 Zoll langes Messingrohr angelöthet, welches genau in das Rohr *U* passt, in welches es hineingeschoben wird. Den Schluss bewirkte auch hier bald ein Bajonetverschluss, bald eine Schnepperfeder.

Die Räder sind massiv, aus gehärtetem Stahl, und laufen auf glatt polirten Axen, die in dem Eisenstück Q_1, Q_1 festgenietet sind. Diese vier Axen liegen nicht sämmtlich in einer Ebene, sondern sind abwechselnd um 90° gegen die benachbarten versetzt (natürlich aber stehen sie sämmtlich senkrecht gegen die Mittellinie des Wagens), so dass das erste und dritte Rad, von links gezählt, in einer Ebene sich drehen, und das zweite und vierte in einer anderen, welche gegen die erstere senkrecht steht. Man sieht leicht, dass bei dieser Konstruktion der Wagen immer auf den Rädern rollt, mag er sich drehen, wie er will. Das Rohr *U* und die Kappen *Q*, *Q* sind vor Anschleifen an den Wänden des Leitungsrohres geschützt, indem die Stahlräder einen etwas grösseren Durchmesser haben als die Endkappen *Q*, *Q*. Gleichwohl ist der Durchmesser der Räder noch etwa 1½ mm geringer als der lichte Durchmesser der Leitungsröhren; der Wagen hat also in den Röhren reichlichen Spielraum. Obgleich dadurch ein Verlust an Luft, die zwischen Wagen und Rohr entweicht, also ein Verlust an bewegender Kraft herbeigeführt wird, ist dies doch nöthig, weil sonst an den Stellen, wo zwei Röhrenstücke zusammenstossen, wenn diese nicht ganz genau in einer geraden Linie liegen, oder an Stellen, wo das Rohr zufällig etwas enger oder wo es vielleicht etwas oval gedrückt ist, die Wagen sich leicht festklemmen könnten.

Die Röhrenstränge sind, wie schon oben erwähnt, aus gezogenen schmiedeeisernen Röhren von 2¼ Zoll engl. lichtem Durchmesser hergestellt, und 2 bis 4 Fuss tief unter dem Strassenpflaster verlegt. Zur Verbindung der einzelnen Enden dienen gusseiserne Flantschen mit je vier Schraubenbolzen, unter Zwischenlage eines mit Firniss bestrichenen Kautschukringes als Dichtung. Zur Sicherung genau centrischer Verbindung der Röhren und Vermeidung aller vorspringenden Ecken im Innern des Röhrenstranges an solchen Stellen, ist an einem der betreffenden Rohrstücke aussen ein kleiner Absatz abgedreht, an dem anderen ein ihm entsprechender an der Innenseite herausgenommen,

so dass ersteres etwas in das andere hineingreift. Die einzelnen Rohrstücke haben eine Länge von 15 Fuss.

Die Röhrenstränge senken sich von der Station im Telegraphengebäude ziemlich rasch und laufen dann in fast horizontaler Lage durch die Oberwallstrasse (auf deren Westseite) und am Zeughause vorbei bis zur Ecke des Königl. Finanzministeriums, dann durch die Strasse „Hinter dem Giesshause" bis zur kleinen eisernen Brücke am Haupt-Steueramt, überschreiten hier den linken Spreearm in einem bis über das Geländer der Brücke sich erhebenden Bogen und laufen dann längs des neuen Museums und über die massive Friedrichsbrücke, woselbst sie unter dem Pflaster liegen, bis zur Ecke der Herkulesbrückenstrasse und treten endlich mit einer ziemlich scharfen Kurve in die in der neuen Friedrichstrasse belegene pneumatische Station der Börse ein. Die Gesammtlänge jedes der beiden Röhrenstränge beträgt 2835 Fuss [1]). Auf dem weitaus grössten Theil ihres Weges läuft die Röhrenleitung geradlinig oder in sehr leicht gebogenen Linien; nur an vier Stellen kommen stärkere Biegungen vor, nämlich beim Uebergange vom Telegraphengebäude über die Französische Strasse zur Oberwallstrasse, hinter dem Giesshause, beim Uebergange über die „eiserne Brücke" und bei der Einführung in das Börsengebäude. Nur die beiden letztgenannten Kurven war man genöthigt, als wirkliche Kurven von 40 Fuss Radius zu behandeln und entsprechend gebogene Rohrstücke dazu zu verwenden. Allen anderen Kurven liess sich ein so grosser Radius geben, dass sie ohne Nachtheil als Polygone aus geraden Rohrenden hergestellt werden konnten. Die Konstruktion der Wagen hätte selbst Kurven von nur 20 Fuss Radius gestattet.

Der Uebergang der pneumatischen Röhren über die „eiserne Brücke" beim Haupt-Steueramt geschah in einem Bogen zur Seite des stromabwärts gelegenen Brückengeländers. Dieser Bogen musste sich jedoch in der Mitte mindestens eben so hoch erheben, wie die Brückenklappen im aufgezogenen Zustande, damit dem Durchgange der Schiffe auch beim höchsten Wasserstande, bei dem diese die Brücke überhaupt noch passiren können, kein Hinderniss dadurch erwächst.

Da vorauszusehen war, dass sich mit der Zeit in den Röhren Wasser, sei es durch Kondensation der hindurchströmenden feuchten Luft, sei es auf anderem Wege, ansammeln würde, so wurde bereits bei der Anlage auf Beseitigung dieses Uebelstandes Bedacht genommen, indem man an den tiefsten Stellen der Leitung Wassertöpfe anlegte, in welchen das Wasser sich sammeln und aus denen es leicht entfernt

[1]) Als die pneumatische Anlage in Berlin zuerst zur Erörterung kam, hatte man auch eine derartige Verbindung zwischen dem Telegraphengebäude und dem Potsdamer Bahnhof in Aussicht genommen; auf dieses Projekt bezieht sich die im ersten Bande dieser Sammlung auf S. 205 enthaltene Längenangabe von 13000 Fuss.

werden kann. — Es hat sich übrigens nur eine sehr unbedeutende Wasseransammlung gezeigt, und zwar hauptsächlich in dem mit dem Kompressionsreservoir *C* in Verbindung stehenden Rohre *o*.

Auch Rost bildet sich in den Röhren nur in geringer Menge; um die Leitung davon zu reinigen, wurde früher von Zeit zu Zeit eine cylindrische Bürste, deren äusserer Durchmesser die lichte Weite der Röhren etwas übertrifft und deren hinteres Ende mit einer Ledermanschette besetzt ist, statt der Wagen eingesetzt und mit verstärktem Druck hindurchgetrieben. Bei der geringen Menge des Rostes indess geschieht diese Operation gegenwärtig nur selten.

Es ist mehrfach vorgekommen, namentlich in der ersten Zeit nach Eröffnung des Betriebes der Anlage, wo man noch nicht die nöthige Erfahrung hinsichtlich der in Anwendung zu bringenden Druckverhältnisse besass, die Konstruktion der Wagen etc. auch wohl noch an manchen Mängeln litt, dass Depeschenwagen irgendwo in der Leitung stecken blieben. In solchen Fällen zu versuchen, den Wagen durch Verstärkung des Druckes weiter zu treiben, ist nicht rathsam; hatte sich derselbe festgeklemmt, so wurde dadurch im Gegentheil das Uebel verschlimmert. Man zieht es daher vor, durch Umkehrung der Richtung des Luftstromes den Wagen nach seinem Ausgangspunkte zurückzutreiben, was bei der gegenwärtigen Einrichtung meist leicht gelingt. Zu dem Ende werden das Absperrventil *V* und der Absperrhahn des Rohres *m* geschlossen, die Hähne *l*, *h* und *Y* aber geöffnet; es strömt alsdann die komprimirte Luft aus *C* durch den Hahn *Y* in den Strang *p*, geht durch das in der Börse befindliche Zwischenrohr *t* in den Strang *o* über und durch diesen zurück. Oder man könnte auch den Anfang des Rohres *o* mit dem Vakuumreservoir *V* in Verbindung setzen, indem man das Ventil *V* und den Absperrhahn des Rohres *n* schliesst, die Hähne *l* und *Y* aber öffnet; indess würde dann der Hahn *h* durch den Stoss des zurückkommenden Wagens leicht beschädigt werden, auch dürfte es schwer gelingen, den Hahn *l* so rechtzeitig zu schliessen, dass der Wagen nicht in das Rohr zurückrollt.

Sind alle diese Versuche resultatlos — glücklicher Weise ein sehr seltener Fall — so bleibt freilich nichts anderes übrig, als den Röhrenstrang aufzunehmen. Dazu muss aber der Ort, wo der Wagen sitzt, wenigstens annähernd bekannt sein; diesen suchte man in dem einen der beiden derartigen Fälle, die bis jetzt vorgekommen sind, in folgender Weise zu ermitteln: Es wurde die oben erwähnte, mit Ledermanschette versehene, also das Rohr wasserdicht schliessende Bürste in das Ende des betreffenden Rohrstranges gebracht und dieser dann, nach Schliessung der zu den Reservoiren führenden Hähne, unter Einschaltung eines Wassermessers, mit der Wasserleitung des Gebäudes verbunden. Das Wasser trat dann in das Rohr, indem es die Bürste vor sich herschob, bis diese den festgeklemmten Wagen erreicht hatte.

Aus der Menge des in das Rohr getretenen Wassers liess sich dann, da der innere Rohrdurchmesser genau bekannt ist, die Rohrlänge vom betreffenden Ende bis zu dem schliessenden Pfropfen berechnen. Das Ergebniss dieses Versuches stimmte in der That mit dem späteren Befund bis auf wenige Fuss überein.

Dergleichen Störungen der pneumatischen Anlage waren, wie schon erwähnt, nur in der ersten Zeit nach Eröffnung des Betriebes häufiger; später kamen sie nur noch äusserst selten vor. Aus den letzten Monaten liegt nur eine, allerdings sehr belangreiche Störung vor, welche dadurch herbeigeführt wurde, dass Arbeiter, welche mit einer Aenderung der Gas- oder Wasserleitungsröhren beschäftigt gewesen, aus Unachtsamkeit unsere Rohrleitung verletzt hatten. Das betreffende Rohrstück musste deshalb herausgeschnitten und durch ein anderes ersetzt werden. Es bot sich dadurch Gelegenheit, zu konstatiren, dass durch den 8monatlichen Betrieb die Rohrleitungen noch durchaus nicht gelitten haben; das herausgeschnittene Stück zeigte noch nicht die geringsten Spuren von Abnutzung durch die Räder der Depeschenwagen.

Beim ersten Entwurf der Anlage hatte man als Minimum der Beförderungsgeschwindigkeit eine solche vor Augen, dass die Depeschenwagen zum Durchlaufen der Strecke zwischen dem Telegraphengebäude und der Börse eine Zeit von beiläufig 3 Minuten brauchen. Bei der Ausführung fand sich, dass es durchaus keine Schwierigkeiten hatte, jenes Minimum der Beförderungszeit zu erreichen. Es wurde sogar weit überschritten — die Wagen durchliefen bei den ersten Versuchen die Strecke in weniger als einer Minute — und es zeigte sich, dass die Hauptschwierigkeit vielmehr darin bestehe, die Geschwindigkeit auf ein solches Maass zurückzuführen, dass die Wagen und Fangvorrichtungen nicht zu sehr der Gefahr der Beschädigung durch heftige Stösse ausgesetzt seien, d. h. auf eine Beförderungsdauer von etwa $1^1/_2$ Minuten.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Depeschenwagen bei gegebenen Spannungsverhältnissen mehr Zeit für den Hinweg vom Telegraphengebäude nach der Börse im Rohre o, als für den Rückweg nach dem Telegraphengebäude im Rohre p brauchen. Denn da die Geschwindigkeit des Luftstromes, wie aus der oben mitgetheilten theoretischen Erörterung hervorgeht, vom Reservoir C durch die Röhrenstränge bis zum Reservoir V stetig zunimmt, so muss die mittlere Geschwindigkeit im Rohre p beträchtlich grösser sein als im Rohre o. Der Unterschied der Beförderungszeiten ist nicht unbeträchtlich; bei einem zu dem Zweck angestellten Versuche, bei welchem Ueberdruck im Reservoir C und Unterdruck im Reservoir V gleich waren, nämlich 9 Zoll Quecksilber, betrug die Beförderungszeit eines Wagens nach der Börse hin 95 Sekunden und von der Börse nach dem Telegraphengebäude zurück 70 Sekunden. Dies stimmt auffallend gut mit den Formeln des Herrn Dr. Siemens: nach denselben verhalten sich die

mittleren Geschwindigkeiten in den Röhren o und p im gedachten Falle wie 69 : 95, woraus das Verhältniss der Beförderungsdauer = 95 : 69 resultirt, statt 95 : 70, wie der Versuch ergab. Bei Gleichheit des Ueber- und Unterdrucks in den Reservoiren C und V werden daher, wenn auch die Druckdifferenz so schwach genommen wird, als die Sicherheit der Beförderung nach der Börse hin eben zulässt, die von dort zurückkehrenden Wagen im Telegraphengebäude mit einer für die Schonung des Materials gefährlichen Geschwindigkeit anlangen. Um diesen Uebelstand möglichst zu mildern, wendet man jetzt für das Ventil des Vakuumreservoirs eine geringere Belastung an, als für das andere, so zwar, dass im Reservoir C ein Druck von 7 Pfund auf den Quadratzoll oder 14 Zoll Quecksilber, im Reservoir V aber ein Vakuum von nur 6 Zoll Quecksilberspannung entsteht. Natürlich schöpft dann das Ventil von V fast beständig etwas Luft, während auf der Börsenstation bei jedem Oeffnen der Hähne Luft entweicht, weil nun der Punkt, wo die Spannung im Röhrensystem dem äusseren Atmosphärendruck gleich ist, nicht mehr bei t liegt, sondern eine Strecke in das Rohr p hineingerückt ist.

Die Beförderungsdauer eines Wagens ist in Folge dessen jetzt im Durchschnitt

in der Richtung	nach der Börse hin	$1' 30''$
„ „ „	von der Börse her	$1' 20''$.

Die so ermässigte Geschwindigkeit der im Telegraphengebäude ankommenden Depeschenwagen giebt zu keinen Bedenken Anlass; dass die Beförderungsdauer im Rohre p immer noch geringer ist als im Rohre o, entspricht insofern auch den obwaltenden Verhältnissen, als immer mehr Depeschen von der Börse nach dem Telegraphengebäude, als in entgegengesetzter Richtung zu befördern sind.

Es hat bei den eben erwähnten Druckverhältnissen keinerlei Schwierigkeit, in der Stunde in beiderlei Richtung zusammen 80 Depeschenwagen zu befördern; jeder Depeschenwagen kann 20 Depeschen, zusammengerollt, aufnehmen, so dass sich also in der Stunde durch die pneumatische Leitung in beiderlei Richtung $20 \times 80 = 1600$ Depeschen befördern lassen. Diese Leistung übertrifft das Bedürfniss, wie es zur Zeit vorliegt, bedeutend: es sind bis jetzt, auch in frequenten Zeiten, im ganzen Tage meist nur 500 bis 600 und höchstens einmal 800 Depeschen auf diesem Wege zu befördern.

Der elektrische Wasserstandzeiger von Siemens & Halske.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegr.-Vereins Bd. 13, S. 185.)

1866.

Der elektrische Wasserstandzeiger besteht in seinen Haupttheilen aus: dem Stromerzeuger, dem Zeigerapparat und der Leitung.

Der Stromerzeuger ist ein aus 10 Stahl-Lamellenpaaren bestehender magnet-elektrischer Induktor, wie ihn Fig. 113 in der Seitenansicht zeigt. Die Ankeraxe x des Induktors trägt die mit ihr fest verbundene

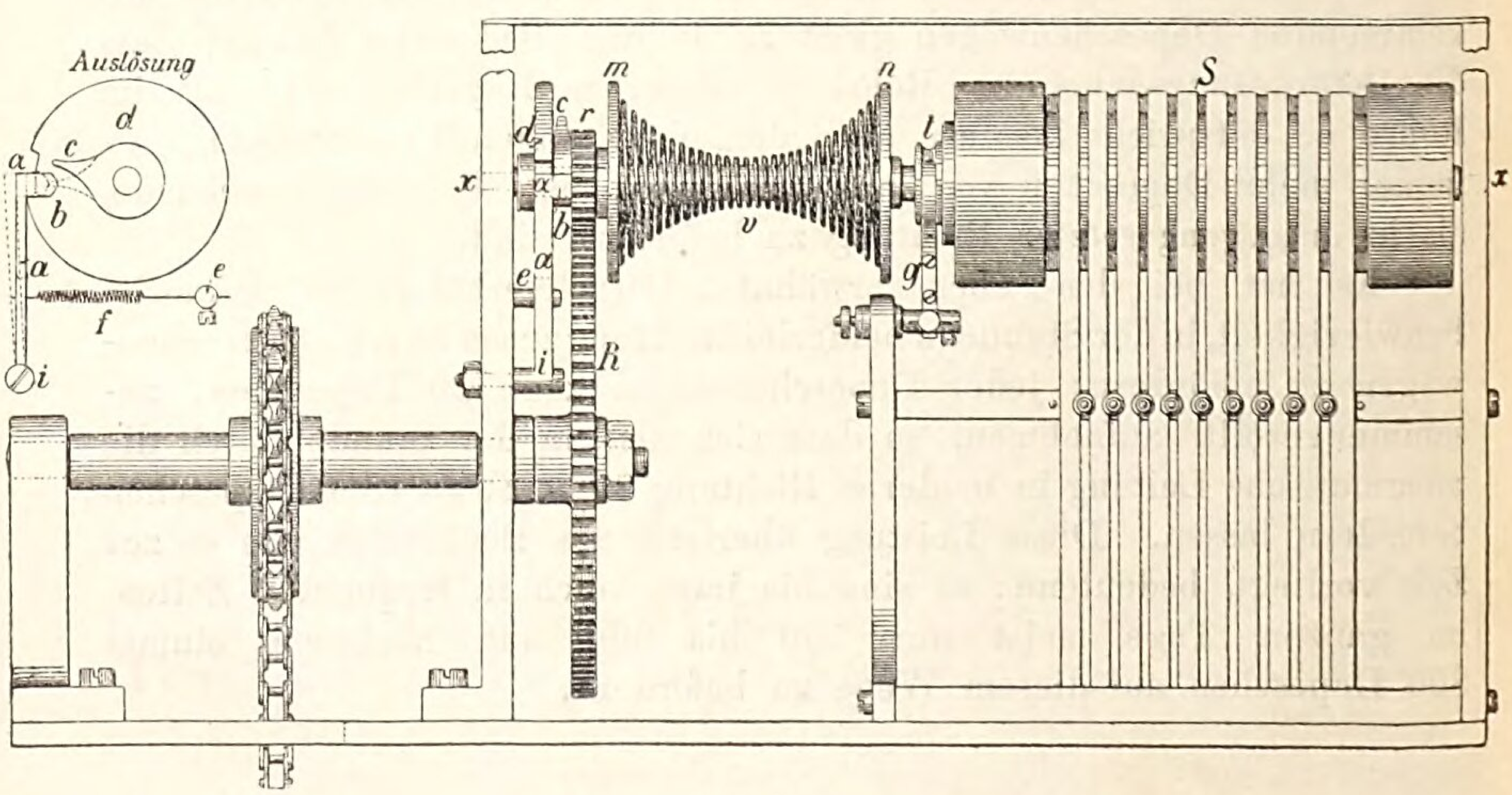


Fig. 113.

Scheibe n, an deren Fläche das eine Ende einer starken Spiralfeder v angeschraubt ist. Das andere Ende dieser Spirale ist auf dieselbe Weise an der Scheibe m befestigt. Diese sitzt lose auf der Welle x und dreht sich zugleich mit dem Zahnrade r und dem Stahldaumen c

um dieselbe. Ferner sitzt fest auf der Axe x noch die Stahlscheibe d, die an ihrer Peripherie einen Einschnitt hat, in den der Ansatz α des Hebels a durch eine Spiralfeder f gezogen wird. Ausser dem Vorsprung α hat der Hebel a noch eine Nase b, die bei jedesmaliger Umdrehung des Rades r, und somit auch des Daumens c, den Hebel a so weit seitlich bewegt, dass α den Einschnitt der Scheibe d verlässt und diese sich ungehindert drehen kann. Wird nun das Rad r in der einen oder anderen Richtung gedreht, so wird jedesmal die Spiralfeder v dadurch angespannt und ist bemüht, die Welle x, also auch den Anker und die Stahlscheibe d, zu drehen. Dies wird jedoch dadurch verhindert, dass der Vorsprung α in dem Einschnitt der Scheibe d sich befindet. Erst wenn das Rad r mit dem Daumen c und der Scheibe m sich einmal herumgedreht und dadurch v um eine volle Umdrehung gespannt hat, hebt der Daumen c mittelst der Nase b den Vorsprung α aus der Scheibe d. Sobald dies geschehen, kommt die Kraft der Feder v zur Geltung und treibt den Anker des Magnet-Induktors einmal herum; der Vorsprung α fällt dann wieder in den Einschnitt der Scheibe d, wodurch der Anker wieder arretirt wird, bis eine abermalige volle Umdrehung des Daumens ihn abermals auslöst und eine neue Umdrehung hervorbringt. Diese Umdrehungen finden in dem einen oder anderen Sinne statt, je nachdem die Spiralfeder durch die Drehung des Rades aus ihrer Ruhelage auf- oder zugedreht wird.

Durch das einmalige Herumschlagen des Ankers entstehen in den Windungen des Induktors kurz hintereinander zwei Ströme von entgegengesetzter Richtung. Diese Ströme werden benutzt, um auf der anderen Station einen Magnetzeiger in Bewegung zu setzen. Das eine Ende des Umwindungsdrahtes des Ankers ist mit dem Gestell des Apparates und dadurch mit der Erde verbunden, das andere aber an die isolirte Scheibe t geführt, um welche der Stahlhebel g greift. Dieser Hebel g, der durch Anziehen der an ihm befindlichen Schrauben gegen die Scheibe t gepresst ist, wird durch die Drehung des Ankers in dem einen oder anderen Sinne bis zu den Anschlagschrauben k oder l (Fig. 114) mitgenommen. Diese Schrauben sind isolirt, und jede ist mit einer zum Wasserstandzeiger führenden Leitung in Verbindung. Dort umkreist der Strom einen der beiden Elektromagneten des Zeigers und geht dann zur Erde, wie aus Fig. 114 zu ersehen ist.

Das Rad r erhält seine Bewegung durch das Rad R, welches seinerseits wieder dadurch bewegt wird, dass ein auf dem Wasserniveau befindlicher Schwimmer mit dem einen Ende einer Gliederkette verbunden ist, die um ein Sternrad gelegt ist, das mit dem Rade R fest verbunden ist. Am andern Ende der Kette hängt ein schweres Gewicht. Es ist klar, dass durch diese Einrichtung beim Fallen oder Steigen des Wasserniveaus, also auch des Schwimmers, das Rad R fortwährend in der einen oder anderen Richtung gedreht wird, mithin

der Apparat so funktionirt, wie oben beschrieben. Wenn nun der Umfang des Kettenrades genau 1 Fuss beträgt und das Verhältniss der Anzahl der Zähne der Räder *R* und *r* gleich 5 : 1 ist, so folgt daraus,

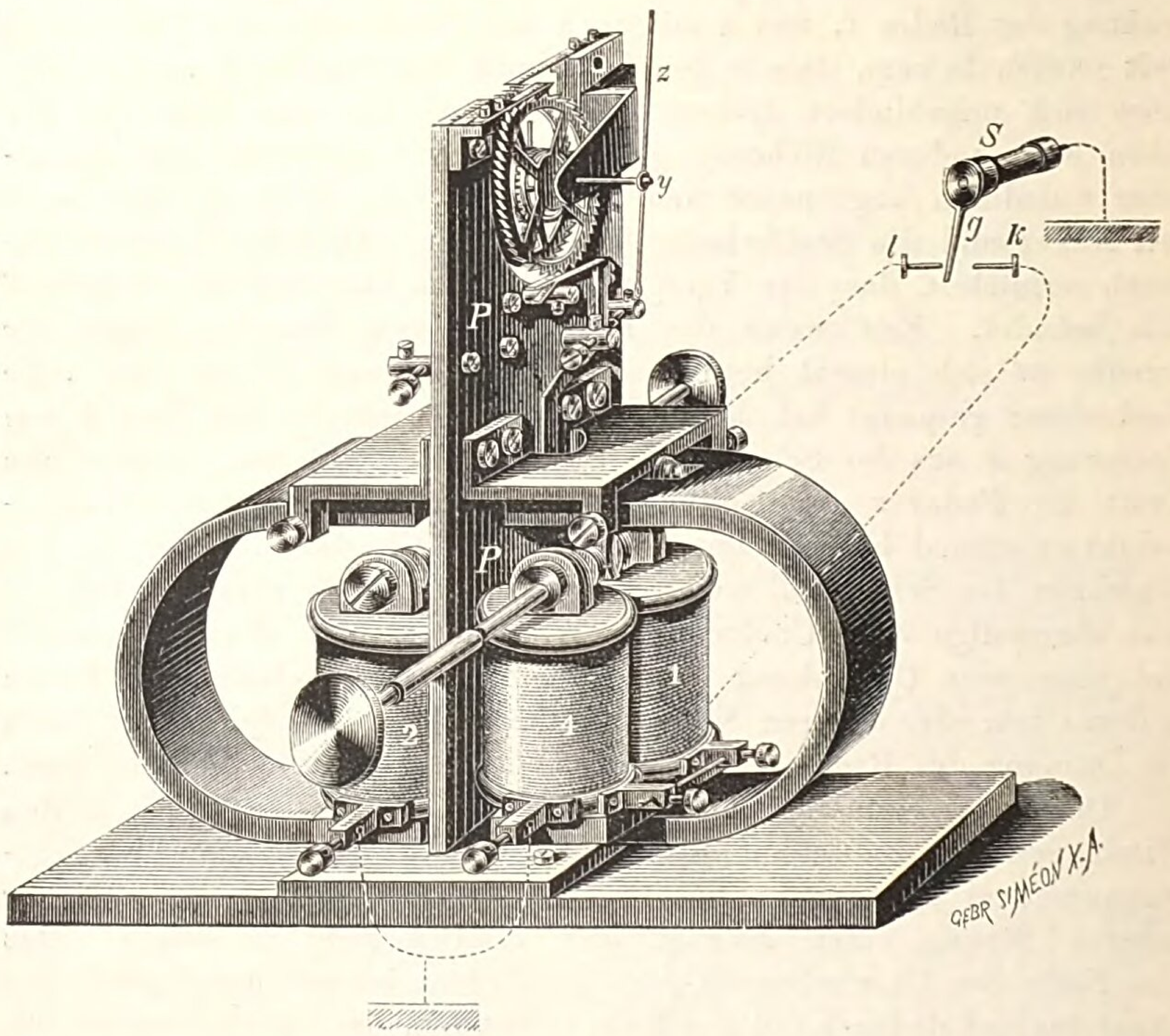


Fig. 114.

dass bei dem Steigen oder Fallen des Schwimmers um je $^1/_5$ Fuss der Stromgeber in die eine oder andere Leitung zwei kurz auf einander folgende Induktionsströme schickt, die ein Bewegen des Zeigers nach vorwärts oder rückwärts zur Folge haben.

Der in Fig. 114 abgebildete Zeigerapparat besteht aus zwei kombinirten Magnetzeigern, die gemeinschaftlich auf eine Axe *y* wirken, jedoch jeder in anderer Richtung. Fig. 115 stellt die Art und Weise der Zeigerbewegung dar. Die Stahlaxe *y* hat in ihrer Mitte eine Verstärkung, welche einen auf ihr senkrecht stehenden Arm trägt. An einem Ende dieses Armes ist ein Zapfen angebracht, auf dem das Zahnrad *s* drehbar ist. Eine kleine vorgeschraubte Mutter verhindert das Abfallen dieses Rades. An einem Ende der Axe ist ein Zeiger *z* befestigt.

Auf die Axe *y* ist von jeder Seite lose eine Röhre *o*, *p* gesteckt, von denen jede an dem äusseren Ende ein Sperrad *r*,

an dem innern aber ein Kronrad *m*, *n* trägt. Beide Kronräder haben gleichviel Zähne und greifen gemeinschaftlich in das oben erwähnte Zahnrad *s*, dessen Zahnzahl beliebig genommen werden kann. Die Zugräder *r* haben jedes 60 Zähne, sind aber auf ihren Röhren so befestigt, dass das eine durch seine Zugfeder nach rechts, das andere nach links gedreht wird. Gesetzt nun, das linke Rad *r*, also auch *m*,

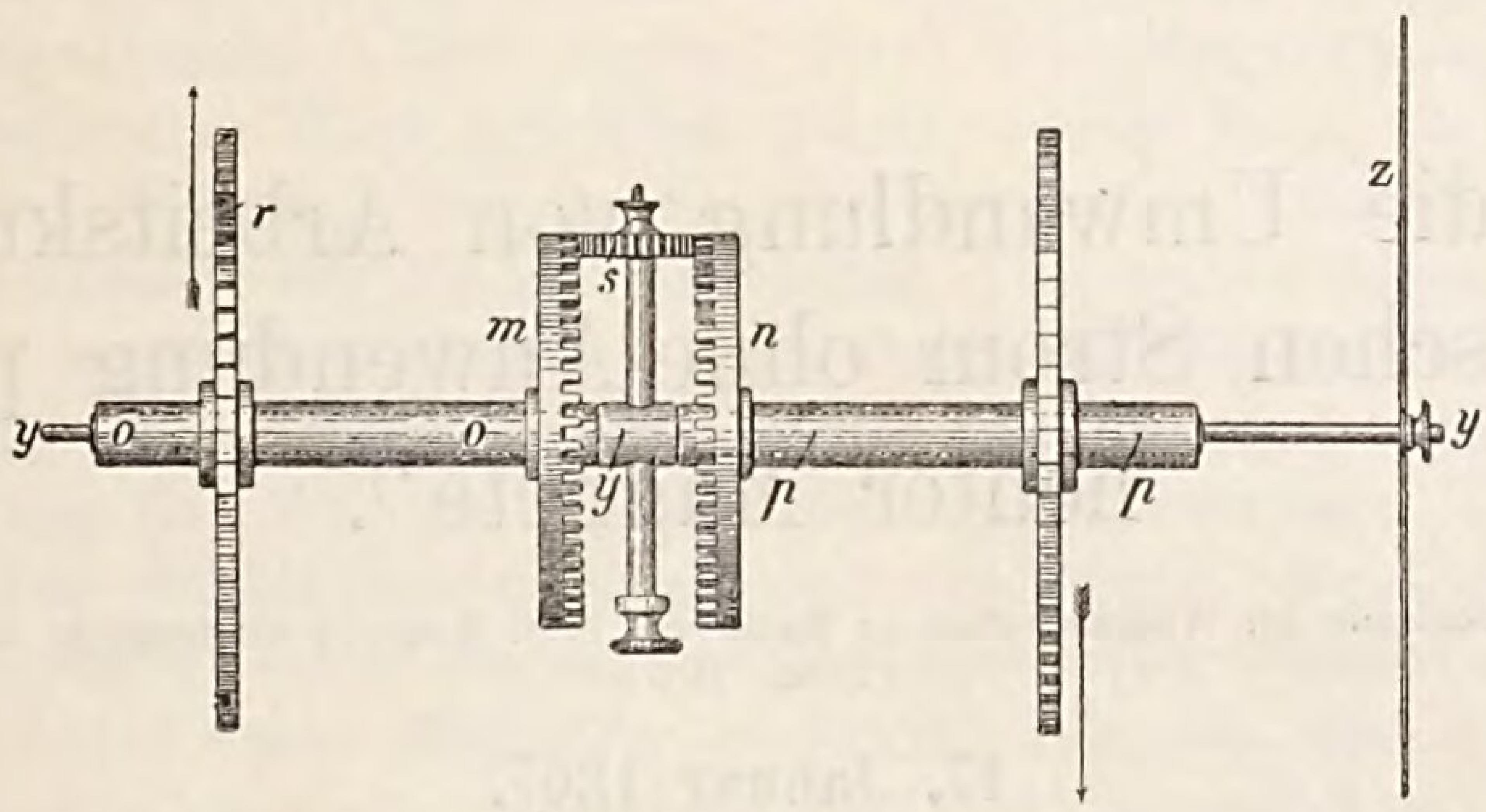


Fig. 115.

stände still, das rechte Rad *r* aber würde in der Richtung des Pfeiles gedreht, so wäre die Folge davon, dass auch das Rad *s* gedreht würde und dadurch der das Rad *s* tragende Arm und Zeiger *z* in derselben Richtung sich bewegten, wie das rechte Rad *r*, jedoch nur mit halber Winkelgeschwindigkeit. Ganz dasselbe findet statt, und zwar in entgegengesetzter Richtung, wenn man das rechte Rad *r* festhält und das linke sich in der Richtung des Pfeiles dreht. Aus diesem Arrangement ist klar, dass man mit Hülfe oben erwähnten doppelten Magnetzeigers bald auf das eine, bald auf das andere Zugrad wirken kann, je nachdem der Induktor den Strom in die eine oder andere Leitung sendet.

Die Leitung ist eine gewöhnliche doppelte Telegraphenleitung mit Ableitung zur Erde an jedem Ende, und erklärt die Schaltung sich vollkommen aus Fig. 114.

Über die Umwandlung von Arbeitskraft in elektrischen Strom ohne Anwendung permanenter Magnete[1].

(Der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin von Prof. Magnus vorgelegt in der Sitzung am 17. Jan. 1867.)

17. Januar 1867.

Wenn man zwei parallele Drähte, welche Theile des Schliessungskreises einer galvanischen Kette bilden, einander nähert oder von einander entfernt, so beobachtet man eine Schwächung oder eine Verstärkung des Stromes der Kette, je nachdem die Bewegung im Sinne der Kräfte, welche die Ströme auf einander ausüben, oder im entgegengesetzten stattfindet. Dieselbe Erscheinung tritt in verstärktem Maasse ein, wenn man die Polenden zweier Elektromagnete, deren Windungen Theile desselben Schliessungskreises bilden, einander nähert oder von einander entfernt. Wird die Richtung des Stromes in dem einen Drahte im Augenblicke der grössten Annäherung und Entfernung umgekehrt, wie es bei elektrodynamischen Rotationsapparaten und elektromagnetischen Maschinen auf mechanischem Wege ausgeführt wird, so tritt mithin eine dauernde Verminderung der Stromstärke der Kette ein, sobald der Apparat sich in Bewegung setzt. Diese Schwächung des Stromes der Kette durch die Gegenströme, welche durch die Bewegung im Sinne der bewegenden Kräfte erzeugt werden, ist so bedeutend, dass sie den Grund bildet, warum elektromagnetische Kraftmaschinen nicht mit Erfolg durch galvanische Ketten betrieben werden können. Wird eine solche Maschine durch eine äussere Arbeitskraft im entgegengesetzten Sinne gedreht, so muss der Strom der Kette dagegen durch die jetzt ihm gleich gerichteten inducirten Ströme ver-

[1]) Obwohl schon im ersten Bande dieser Sammlung auf S. 208 ff. enthalten, ist dieser Aufsatz seiner fundamentalen Bedeutung halber und weil im Folgenden mehrfach auf ihn Bezug genommen wird, hier nochmals abgedruckt.

stärkt werden. Da diese Verstärkung des Stromes auch eine Verstärkung des Magnetismus des Elektromagnetes, mithin auch eine Verstärkung des folgenden inducirten Stromes hervorbringt, so wächst der Strom der Kette in rascher Progression bis zu einer solchen Höhe, dass man sie selbst ganz ausschalten kann, ohne eine Verminderung desselben wahrzunehmen. Unterbricht man die Drehung, so verschwindet natürlich auch der Strom, und der feststehende Elektromagnet verliert seinen Magnetismus. Der geringe Grad von Magnetismus, welcher auch im weichsten Eisen stets zurückbleibt, genügt aber, um bei wieder eintretender Drehung das progressive Anwachsen des Stromes im Schliessungskreise von Neuem einzuleiten. Es bedarf daher nur eines einmaligen kurzen Stromes einer Kette durch die Windungen des festen Elektromagnetes, um den Apparat für alle Zeit leistungsfähig zu machen. Die Richtung des Stromes, welchen der Apparat erzeugt, ist von der Polarität des rückbleibenden Magnetismus abhängig. Aendert man dieselbe vermittelst eines kurzen entgegengesetzten Stromes durch die Windungen des festen Magnetes, so genügt dies, um auch allen später durch Rotation erzeugten mächtigen Strömen die umgekehrte Richtung zu geben.

Die beschriebene Wirkung muss zwar bei jeder elektromagnetischen Maschine eintreten, die auf Anziehung und Abstossung von Elektromagneten begründet ist, deren Windungen Theile desselben Schliessungskreises bilden, es bedarf aber doch besonderer Rücksichten zur Herstellung von solchen elektrodynamischen Induktoren von grosser Wirkung. Der von den kommutirten, gleichgerichteten Strömen umkreiste feststehende Magnet muss eine hinreichende magnetische Trägheit haben, um auch während der Stromwechsel den in ihm erzeugten höchsten Grad des Magnetismus ungeschwächt beizubehalten, und die sich gegenüberstehenden Polflächen der beiden Magnete müssen so beschaffen sein, dass der feststehende Magnet stets durch benachbartes Eisen geschlossen bleibt, während der bewegliche sich dreht. Diese Bedingungen werden am besten durch die von mir vor längerer Zeit in Vorschlag gebrachte und seitdem von mir und Anderen vielfältig benutzte Anordnung der Magnetinduktoren erfüllt. Der rotirende Elektromagnet besteht bei derselben aus einem um seine Axe rotirenden Eisencylinder, welcher mit zwei gegenüberstehenden, der Axe parallel laufenden Einschnitten versehen ist, die den isolirten Umwindungsdraht aufnehmen. Die Polenden einer grösseren Zahl von Stahlmagneten oder im vorliegenden Fall die Polenden des feststehenden Elektromagnetes umfassen die Peripherie dieses Eisencylinders in seiner ganzen Länge mit möglichst geringem Zwischenraume.

Mit Hülfe einer derartig eingerichteten Maschine kann man, wenn die Verhältnisse der einzelnen Theile richtig bestimmt sind und der Kommutator richtig eingestellt ist, bei hinlänglich schneller Drehung

in geschlossenen Leitungskreisen von geringem ausserwesentlichen Widerstande Ströme von solcher Stärke erzeugen, dass die Umwindungsdrähte der Elektromagnete durch sie in kurzer Zeit bis zu einer Temperatur erwärmt werden, bei welcher die Umspinnung der Drähte verkohlt. Bei anhaltender Benutzung der Maschine muss diese Gefahr durch Einschaltung von Widerständen oder durch Mässigung der Drehungsgeschwindigkeit vermieden werden. Während die Leistung der magnetelektrischen Induktoren nicht in gleichem Verhältnisse mit der Vergrösserung ihrer Dimensionen zunimmt, findet bei der beschriebenen Maschine das umgekehrte Verhältniss statt. Es hat dies darin seinen Grund, dass die Kraft der Stahlmagnete in weit geringerem Verhältniss zunimmt, als die Masse des zu ihrer Herstellung verwendeten Stahls, und dass sich die magnetische Kraft einer grossen Anzahl kleiner Stahlmagnete nicht auf eine kleine Polfläche konzentriren lässt, ohne die Wirkung sämmtlicher Magnete bedeutend zu schwächen oder sie selbst zum Theil ganz zu entmagnetisiren. Magnetinduktoren mit Stahlmagneten sind daher nicht geeignet, wo es sich um Erzeugung sehr starker andauernder Ströme handelt. Man hat es zwar schon mehrfach versucht, solche kräftige magnetelektrische Induktoren herzustellen, und auch so kräftige Ströme mit ihnen erzeugt, dass sie ein intensives elektrisches Licht gaben, doch mussten diese Maschinen kolossale Dimensionen erhalten, wodurch sie sehr kostbar wurden. Die Stahlmagnete verloren ferner bald den grössten Theil ihres Magnetismus und die Maschine ihre anfängliche Kraft.

Neuerdings hat der Mechaniker Wilde in Birmingham die Leistungsfähigkeit der magnetelektrischen Maschinen dadurch wesentlich erhöht, dass er zwei Magnetinduktoren meiner oben beschriebenen Konstruktion zu einer Maschine kombinirte. Den einen, grösseren dieser Induktoren versieht er mit einem Elektromagnet an Stelle der Stahlmagnete und verwendet den anderen zur dauernden Magnetisirung dieses Elektromagnetes. Da der Elektromagnet kräftiger wird, als die Stahlmagnete, welche er ersetzt, so muss auch der erzeugte Strom durch diese Kombination in mindestens gleichem Maasse verstärkt werden.

Es lässt sich leicht erkennen, dass Wilde durch diese Kombination die geschilderten Mängel der Stahlmagnet-Induktoren wesentlich vermindert hat. Abgesehen von der Unbequemlichkeit der gleichzeitigen Verwendung zweier Induktoren zur Erzeugung eines Stromes, bleibt sein Apparat aber doch immer abhängig von der unzuverlässigen Leistung der Stahlmagnete.

Der Technik sind gegenwärtig die Mittel gegeben, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf billige und bequeme Weise überall da zu erzeugen, wo Arbeitskraft disponibel ist. Diese Thatsache wird auf mehreren Gebieten derselben von wesentlicher Bedeutung werden.

Dynamo-elektrischer Apparat von Siemens & Halske zum Minenzünden und anderen Zwecken, bei welchen nur ein kurzer, starker Strom erforderlich ist.

(Zeitschrift des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 14, S. 183.)

1867.

Dieser Apparat unterscheidet sich von den älteren magnetoelektrischen Apparaten von Siemens & Halske dadurch, dass die Stahlmagnete, zwischen deren Polen der parallel seiner Rotationsaxe umwundene Eisenanker rotirt, durch einen kräftigen Elektromagnet ersetzt sind. Die Windungen dieses Elektromagnetes werden von den im rotirenden Anker erzeugten Wechselströmen durchlaufen, nachdem dieselben durch einen Kommutator gleich gerichtet sind. Beim Beginn der Rotation des Ankers unterliegt derselbe nur der Wirkung des im Elektromagneten zurückgebliebenen schwachen Magnetismus; die in seinen Windungen erzeugten Ströme sind mithin ebenfalls nur schwach. Sie verstärken aber alsbald diesen remanenten Magnetismus, erzeugen dadurch wieder verstärkte inducirte Ströme und so fort, bis das Eisen des Elektromagnetes das Maximum des Magnetismus aufgenommen hat, dessen es fähig ist. Der Kreislauf des Stromes wird durch eine Kontaktfeder kurz geschlossen erhalten, bis die Kurbel 2 Umdrehungen gemacht hat, und bis dadurch Strom und Magnetismus zur vollen Entwickelung gekommen sind. Wird der kurze Schluss dann plötzlich aufgehoben, so entsteht in der jetzt eingeschalteten Leitung ein kurzer, aber sehr starker Strom, welcher sich zur Auslösung von Läutewerken, zur Entzündung von Minen oder ähnlichen Zwecken eignet.

In Fig. 116 ist A der rotirende Anker, in dessen Stahltrieb t das Rad R eingreift. E ist der Elektromagnet, C der Kommutator. Der Unterbrechungshebel D fällt nach 2 Umdrehungen des Rades r_1 in den

Einschnitt der auf dem Rade *r* befestigten Scheibe *F* und öffnet den Kontakt; demnach tritt der Strom in die Leitung, deren Enden an den

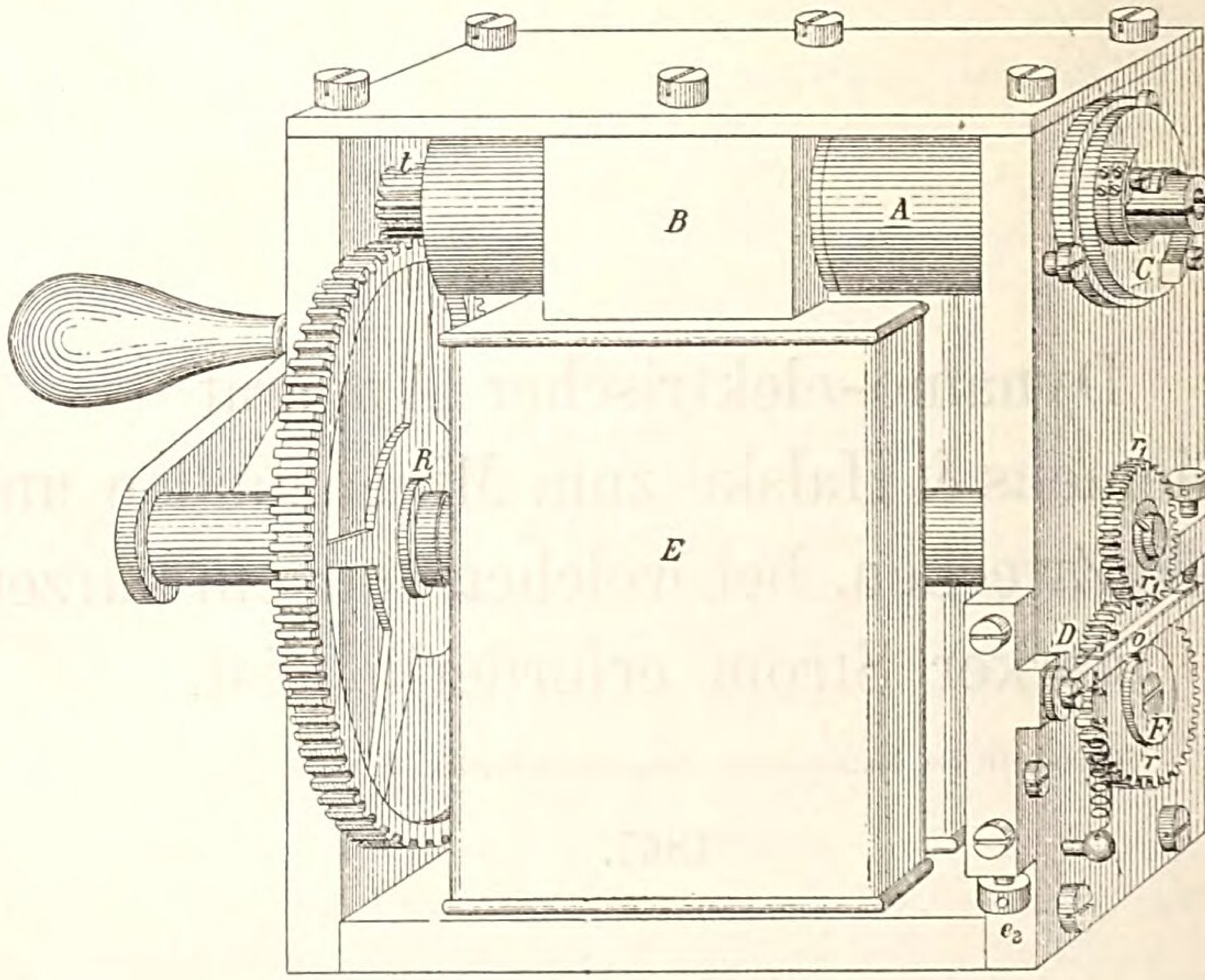


Fig. 116.

Schrauben e_1 und e_2 befestigt sind. Der Stromlauf wird durch das Schema Fig. 117 verdeutlicht.

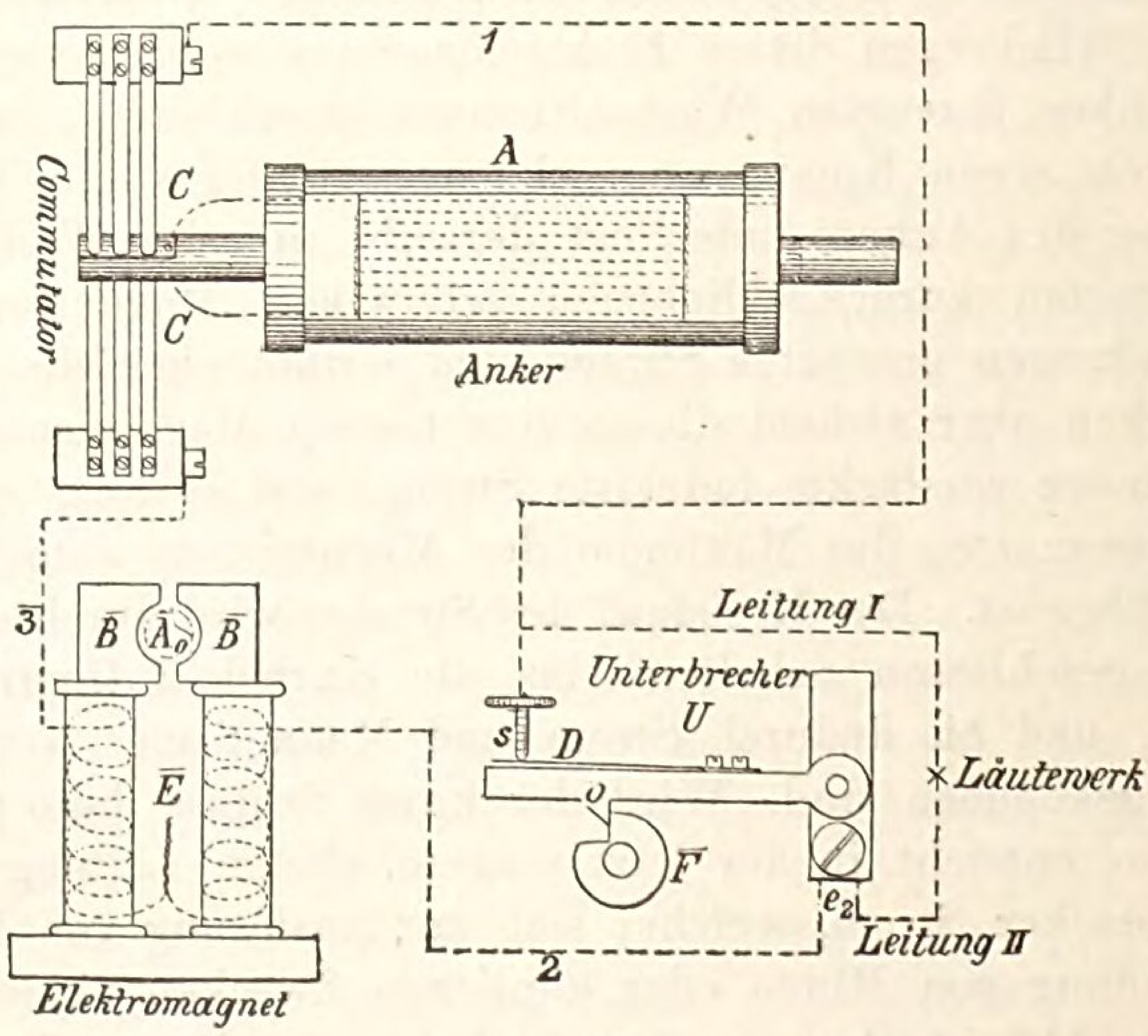


Fig. 117.

Der Apparat wird von einem hölzernen Schutzkasten umgeben, welcher so eingerichtet ist, dass der Apparat beim Gebrauch nicht aus

demselben entfernt zu werden braucht. Die Welle des Rades *R* tritt als Vierkant aus dem Kasten hervor, auf welches die Kurbel gesteckt wird. Zur Aufbewahrung der Kurbel birgt dieser Schutzkasten oberhalb noch ein besonderes Fach.

Soll der Apparat zur Zündung von Minen verwendet werden, so müssen Zünder mit leitendem Satz oder solche mit einer leitenden Graphitschicht in Anwendung kommen. Sollen gleichzeitig mehrere Minen entzündet werden, so geschieht dies mit Sicherheit, wenn die Zünder so eingeschaltet werden, dass sie gleichzeitig, nicht nach einander, vom Strome durchlaufen werden.

Zusatz der Redaktion der Telegraphen-Zeitschrift.

Wir fügen dieser, von den Verfertigern mehr als Gebrauchsanweisung ausgegebenen Beschreibung zum besseren Verständniss noch Folgendes hinzu: Der Induktor *A* hat genau die nach Herrn Siemens benannte Konstruktion, welche derselbe zuerst bei seinem magnetelektrischen Eisenbahnzeigerapparat und seitdem bei allen seinen Induktionsapparaten anwendete — eine Konstruktion, welche, beiläufig bemerkt, in der neueren Zeit auch von anderen Konstrukteuren häufig adoptirt wird, wo es sich um Hervorbringung kräftiger Induktionsströme handelt.

Der punktirte Kreis A_0 in Fig. 117 deutet die wirkliche Lage des Induktors zwischen den Schuhen *B*, *B* des Elektromagneten *E* an, zur grösseren Deutlichkeit aber, und um seine Verbindung mit dem Kommutator zu veranschaulichen, ist derselbe etwas höher nochmals in Seitenansicht skizzirt. Der auf der Axe des Induktors befestigte Kommutator *C* besteht aus zwei isolirten, metallenen Halbcylindern, welche mit den beiden Enden des Umwindungsdrahtes des Induktors bleibend verbunden sind, und gegen welche an zwei einander diametral gegenüberstehenden Punkten zwei Systeme von Federn schleifen. Die Mehrzahl der Federn in diesen Systemen bezweckt nur eine grössere Sicherung des Erfolges, falls eine oder die andere Feder lahm werden sollte; im Prinzip würde natürlich schon je eine Feder genügen.

Das eine Federsystem ist mit dem die Kontaktschraube *s* tragenden, isolirten Metallstück e_1 (Fig. 116), das andere aber mit dem Anfange der Umwindungen des Elektromagnets *E* leitend verbunden, während das andere Ende der Umwindungen in leitender Verbindung mit dem den Kontakthebel *D* tragenden Metallstück e_2 steht. Zwischen den beiden Metallstücken e_1 und e_2 wird auch die Leitungsschleife eingeschaltet. Solange der Hebel *D* mit der an seiner Unterseite befindlichen Nase *o* auf der Peripherie der Scheibe *F* schleift und dadurch

gehoben wird, legt sich eine auf der Oberseite dieses Hebels befestigte Kontaktfeder gegen die Kontaktschraube *s* und stellt dadurch eine kurze Verbindung zwischen den Metallstücken e_1 und e_2 her; die Leitung ist ausgeschaltet und die entstehenden Induktionsströme circuliren nur, und zwar vermöge der Kommutation stets in derselben Richtung, durch die Umwindungen des Elektromagnets *E*. Fällt aber die Nase *o* des durch eine Feder abwärts gezogenen Hebels in den Einschnitt der Scheibe *F*, so wird die kurze Verbindung unterbrochen und die Ströme durchlaufen nun die Leitung, bis die Nase *o* des Hebels *D* wieder gehoben wird. Diese Einschaltung der Leitung geschieht nach je zwei Umgängen der Kurbelaxe, indem das mit *F* verbundene Rad *r* (Fig. 116) doppelt soviel Zähne besitzt, als das auf die Kurbelaxe aufgekeilte Rad r_1. Es ist klar, dass sich diese Verhältnisse nach Bedürfniss auch leicht abändern liessen.

Wie man sieht, verwirklicht dieser Apparat die von Dr. Siemens in dem Aufsatze: „Ueber die Umwandlung von Arbeitskraft in elektrischen Strom ohne Anwendung permanenter Magnete" entwickelten Prinzipien. Es wird den Lesern nicht entgangen sein, dass die im 4. und 5. Hefte dieser Zeitschrift beschriebene „elektrodynamische Maschine" von Ladd auf derselben Grundidee beruht; auch Prof. Wheatstone hat in einem im Philosophical Magazine veröffentlichten Aufsatze dieselben Ideen ausgesprochen. Die Priorität der Erfindung gebührt indess entschieden dem Dr. Siemens.

Der erste Apparat oben beschriebener Art wurde bereits im Herbst des Jahres 1866 in der Werkstatt der Herren Siemens & Halske angefertigt und zu Anfang Dezember des gedachten Jahres mehreren hiesigen Gelehrten in Thätigkeit gezeigt. In den ersten Tagen des Jahres 1867 legte Dr. Siemens den eben citirten Aufsatz der hiesigen Akademie der Wissenschaften vor, in deren Sitzung vom 17. Januar er zur Vorlesung gelangte. Ende Januar kündigte C. William Siemens in London auf Veranlassung seines Bruders der Royal Society daselbst für die Sitzung vom 14. Februar einen Vortrag über die neue Entdeckung an, und etwas später meldete auch Prof. Wheatstone eine Abhandlung über dasselbe Thema für dieselbe Sitzung an, in welcher dann auch beide zum Vortrag kamen. Die Abhandlung von Wheatstone war wesentlich desselben Inhaltes, wie die Siemens'sche. Erst am 14. März indess trat Ladd mit seinen Ansprüchen vor der Royal Society auf, indem er angab, dass er bereits im Jahre 1864 auf die Idee gekommen, oder dass vielmehr sein Assistent damals ihm diese Idee mitgetheilt habe, dass er aber aus Mangel an Zeit den Gegenstand nicht weiter verfolgt habe, bis die Veröffentlichung der Arbeiten von Siemens und Wheatstone ihn wieder darauf aufmerksam gemacht hätte.

Ladd gewann dagegen insofern einen Vorsprung, als es ihm ge-

lang, eine grosse Maschine nach diesem Prinzip für die Pariser Ausstellung (1867) fertig zu stellen. Eine in der Siemens'schen Werkstatt angefertigte, auf Betrieb durch eine Dampfmaschine berechnete mächtige Maschine, von deren staunenswerthen Leistungen im Abschmelzen dicker Eisen- und Platinadrähte, Erzeugung von Kohlenspitzenlicht etc. Schreiber dieses mehrfach Zeuge war, war für die Ausstellung nicht rechtzeitig vollendet worden[1]).

[1]) Diese Angabe ist dahin zu berichtigen, dass die erwähnte grössere Maschine allerdings zur Pariser Ausstellung 1867 fertig gestellt wurde, aber in der Abtheilung für Feinmechanik, in welcher keine Kraft-Transmission zu ihrem Betriebe vorhanden war, Aufstellung fand und aus diesem Grunde ziemlich unbeachtet blieb.

Grosser dynamo-elektrischer Apparat von Siemens & Halske.

1867.

Der in Fig. 118 in 1/8 natürlicher Grösse dargestellte Apparat zeigt in *R* ein Zahnrad, auf dessen Axe noch eine Riemenscheibe *S* befestigt ist. Durch diese Scheibe wird die Maschine mittelst Treibriemens *T* in Bewegung gesetzt. Zu beiden Seiten greift das Rad *R* in die Triebe *r* und *r'* (*r'* ist in der Figur verdeckt) der Anker *A*, *A'* und theilt diesen eine fünffache Schnelligkeit mit. An beiden Enden der Anker *A*, *A'* sitzen die Kommutatoren *C*, *C'* und *C''*, *C'''*, welche dazu dienen, die wechselnden Ströme der Anker in gleichgerichtete zu verwandeln. Die mittleren Theile der Anker *A*, *A'* liegen zwischen den Polen *P*, *P'* und *P''*, *P'''* der Stabelektromagneten *E*, *E'* und *E''*, *E'''*, deren Windungen unter einander so verbunden sind, dass bei Durchgang des elektrischen Stromes sich an den Enden derselben entgegengesetzte magnetische Pole bilden, und zwar so, dass beispielsweise die Pole *P*, *P*, *P* und *P'''*, *P'''*, *P'''* Südmagnetismus und die Pole *P'*, *P'*, *P'* und *P''*, *P''*, *P''* Nordmagnetismus erhalten. *K*, *K''*, *K'''* sind Klemmen, welche die Verbindung der Kommutatoren mit den Schenkeln vermitteln. Mittelst des Umschalters *U* können die verschiedensten Kombinationen der Elektromagnete und Anker unter einander hergestellt werden. Er besteht aus eisernen, mit Quecksilber gefüllten Näpfen, die durch einen hölzernen Deckel, aus welchem metallische Stifte nach unten in die Quecksilbernäpfe ragen, je nach der gewünschten Schaltung mit einander leitend verbunden werden. Die Klemmen *I*, *II*, *III*, *IV* sind die End- oder Polklemmen des Apparates. Je nach der Schaltung des Umschalters *U* werden in je zwei dieser Klemmen die Leitungsdrähte geschraubt. *F* ist eine starke, eichene Bohle, auf welche das Gestell *G* des Apparates mittelst Bolzen und Muttern festgeschraubt ist.

Der komplete Apparat wiegt ca. 20 Ctr. Das Gesammtgewicht des isolirten Kupferdrahtes auf Ankern und Schenkeln beträgt 415 Pfd.

Ein Anker mit Draht (Durchmesser $2^{1}/_{2}$ mm) wiegt 60 Pfd., ein Schenkel mit Draht (Durchmesser 3 mm) 120 Pfd.; das Gewicht des Drahtes allein beträgt bei einem Anker 25 Pfd., bei einem Schenkel 59 Pfd. — Ein Anker hat ca. 200 Windungen mit 0,65 S. E. Widerstand, ein Schenkel ca. 400 Windungen mit 0,30 S. E. Widerstand. Der Gesammtwiderstand des Drahtes der ganzen Maschine beträgt ca. 4 S. E.

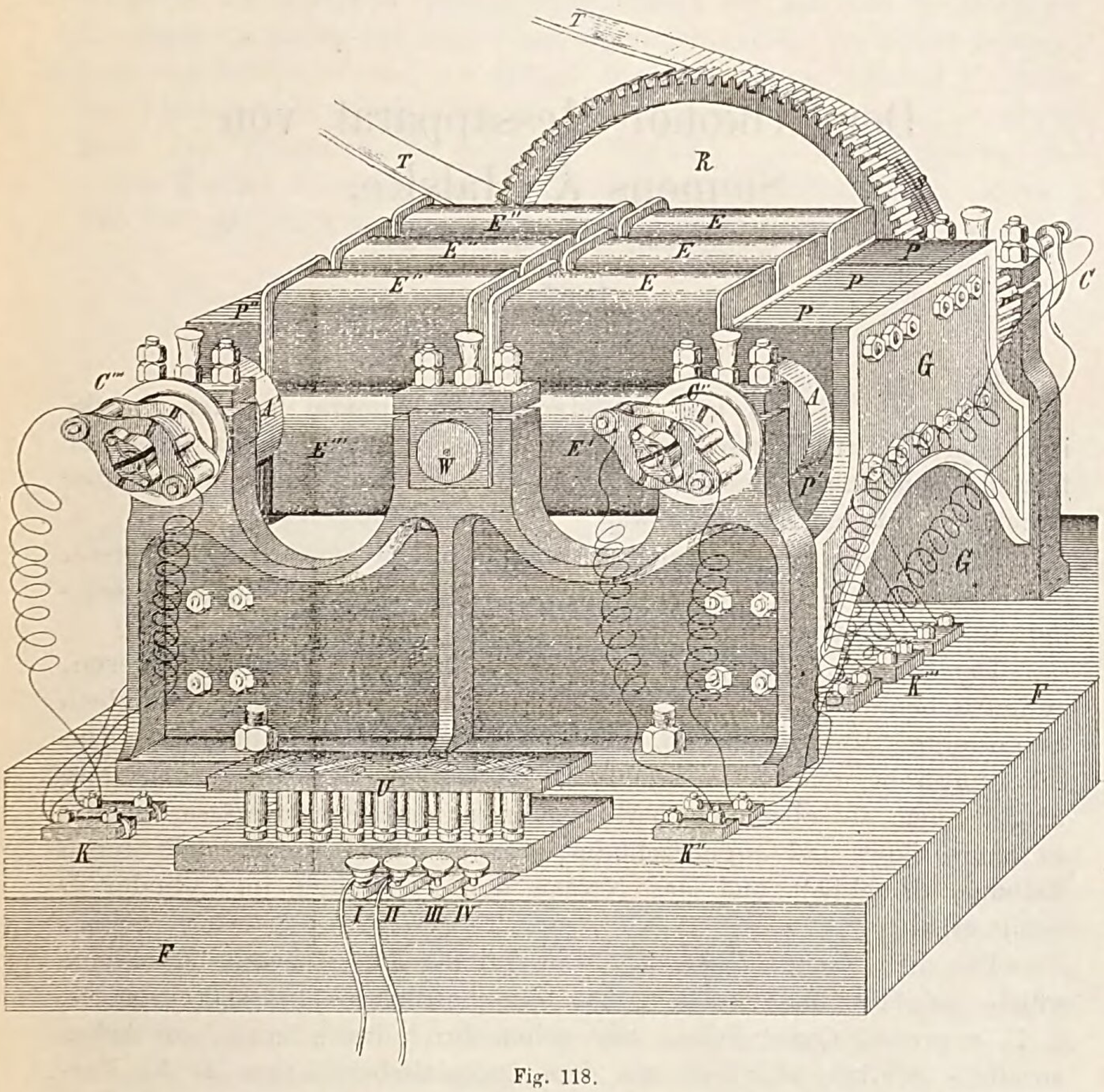


Fig. 118.

Die gewöhnliche Schaltung des Apparates ist diejenige, bei welcher der eine Anker *A* die Schenkel magnetisirt, während der andere *A* den Strom für die Leitung liefert.

Die dynamischen sowohl wie die Lichteffekte sind der Grösse der Maschine vollkommen angemessen. — Die Wasserzersetzung ergab pro Sekunde 10 ccm. Das elektrische Licht war ein äusserst intensives und selbst bei hellem Tage noch blendendes.

Der Alkohol-Messapparat von Siemens & Halske.

(Dingler's polyt. Journal Bd. 187, S. 295.)

1867.

Der in Fig. 119 und 120 dargestellte Apparat hat den Zweck, in landesüblichem Maasse anzugeben: einmal wie viel Spiritus seit einer letzten Beobachtung durch ihn geflossen ist; dann wie viel absoluter Alkohol in diesem enthalten war.

Die Aufgabe des Apparates ist demnach eine doppelte. Die erste, die Messung und Registrirung der Quantität der durchgeführten Flüssigkeit ist in folgender Weise gelöst:

Der Spiritus tritt aus der Röhre *i*, Fig. 119, in den inneren, cylindrischen Raum *D* einer dreitheiligen, aus verzinntem Kupferblech hergestellten Messtrommel *B*, welche um ihre Achse drehbar ist. Das Zuleitungsrohr endigt in einem die Achse der Trommel ringförmig umgebenden, sie aber nicht berührenden, unten offenen Gefässe, welches so eingerichtet und angebracht ist, dass es die Trommel nicht durch Reibung zurückhält und das Niveau der Flüssigkeit im Cylinder *D* ruhig erhält.

Die drei Fächer *I*, *II*, *III* sind durch radial stehende Zwischenwände gebildet und fassen genau ein bestimmtes Flüssigkeitsmaass, z. B. 4 preuss. Quart jedes. Sie stehen durch drei schmale, zur Achse parallele Schlitze r^1, r^2, r^3 mit dem cylindrischen Raum *D* in Verbindung. Durch drei flache Kanäle, welche in ähnlichen Schlitzen s^1, s^2, s^3 enden, münden sie nach Aussen.

Die drei Röhrchen p^1, p^2, p^3 dienen zur Abführung der Luft aus dem sich füllenden Fache. Da sie immer das Niveau in *D* überragen, so kann kein Spiritus durch sie einströmen.

Bei der Stellung, welche die Figur zeigt, fliesst Spiritus durch den Schlitz r^1 in das Fach *I*. Da die Mitte dieses Faches ungefähr unter der Drehachse der Trommel liegt, so wird dieselbe durch all-

mähliche Füllung des Faches nicht wesentlich gedreht. Gegen Ende der Füllung, wenn der Schlitz r^1 den zuströmenden Spiritus nicht mehr abzuführen vermag, hebt sich das Niveau im Cylinder D. Kurz nachdem die letzte Luftblase aus Fach I durch das Rohr p^1 entwichen — Fach I also vollständig gefüllt ist — erreicht es den Zuflussschlitz r^2 des nächsten Faches. Der Spiritus fliesst nun in dieses ein und bewirkt so ein seitliches Uebergewicht, durch welches eine Drehung der Trommel im Sinne des Pfeiles hervorgebracht wird. Bei dieser Drehung geht der Schlitz r^2 und mit diesem das Niveau im Cylinder D nieder, der Zuflussschlitz r^1 des vollen Faches dagegen steigt und wird hierdurch über das Niveau in D gehoben. Beginnt nun die Entleerung des vollen Faches I durch den sich senkenden Ausflusskanal s^1, so kann durch r^1 nur Luft für den ausfliessenden Spiritus eintreten, und aller

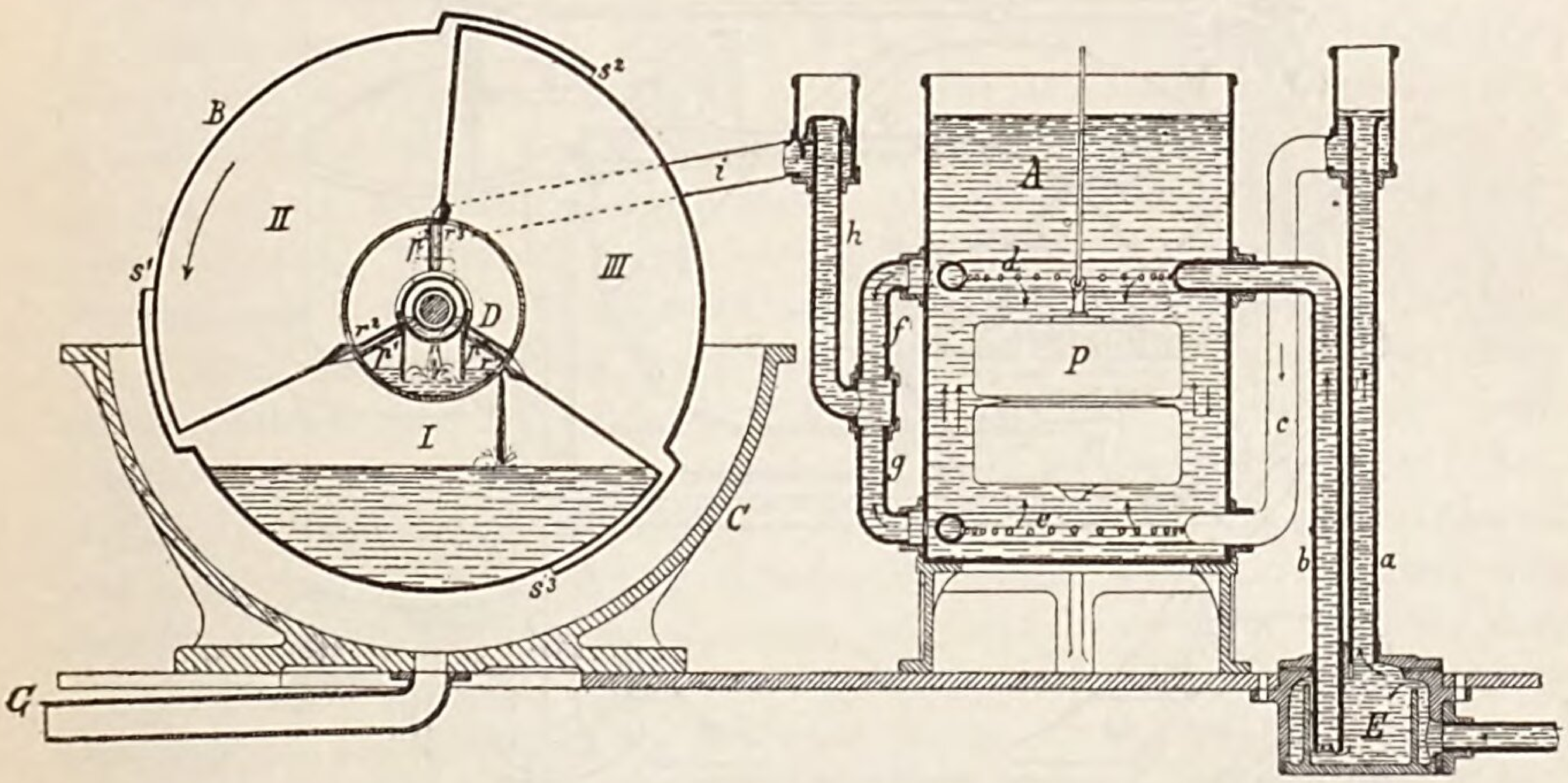


Fig. 119.

während der Entleerung von Fach I in D einlaufende Spiritus muss in das nächste Fach II abfliessen. Die Messung ist daher ganz unabhängig von der Geschwindigkeit, mit welcher der Spiritus einströmt, sowie von der Grösse der Reibung im Achsenlager.

Da der Ausfluss durch s^1 eine Verminderung des Gewichtes auf der entgegengesetzten Seite der Trommel zur Folge hat, so beschleunigt er seinerseits die Drehung derselben. Die Entleerung des gefüllten Faches geschieht also, nachdem sie einmal begonnen, schnell und kräftig. Sie bringt das folgende Fach II an die Stelle des ersteren und es erneuert sich nun mit diesem dasselbe Spiel.

Die Funktion der Trommel entspricht hiernach einem wiederholten, getrennten Füllen und Wiederentleeren einer weiten Maassflasche mit engem Halse. Die kräftige, sprungweise Bewegung der Trommel

kann unbeschadet der genauen Messung zu einer Arbeit wie zum Ueberwinden von Reibungen und zum Treiben von Zählwerken benutzt werden.

Ein an der Vorderseite des Apparates angebrachtes Zählwerk wird durch ein auf die Achse der Trommel aufgesetztes Getriebe bewegt und zählt direkt das Quantum des durchgelaufenen Spiritus in Einheiten des gewählten Maasses.

Die zweite Aufgabe des Apparates — die Messung und Registrirung der Quantität des absoluten Alkohols, welcher in dem durch den Apparat geflossenen Spiritus enthalten war — ist dadurch gelöst, dass die Bewegung eines zweiten, von der Trommel getriebenen Zählwerkes durch die jedesmalige Stellung eines zweckmässig konstruirten Alkoholometers derart begrenzt wird, dass es diese Quantität unmittelbar angibt.

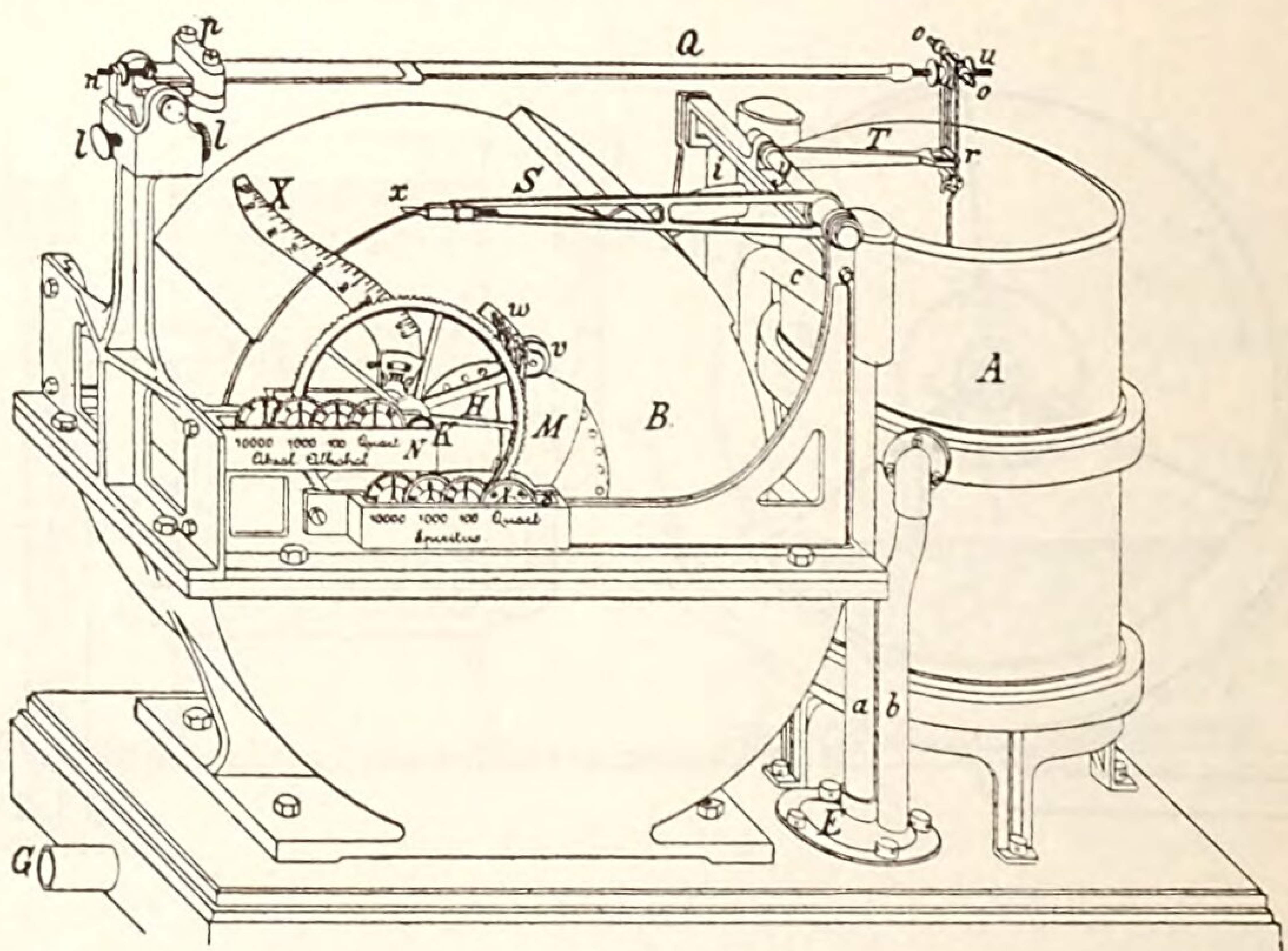


Fig. 120.

Das Alkoholometer, Fig. 120, besteht aus einem von dem durchfliessenden Spiritus umgebenen, an der Feder Q aufgehängten Körper P von später zu beschreibender Form.

Derselbe verliert durch das Eintauchen mehr oder weniger von seinem Gewichte, je nachdem im Gefässe A, worin er spielt, Spiritus von geringerem oder grösserem Alkoholgehalte sich befindet, wird also die Feder Q verschieden stark durchbiegen und dementsprechend eine höhere oder tiefere Stellung einnehmen. Diese Bewegung theilt sich durch die Stange r und den Hebel T dem um die Achse y drehbaren Zeiger S in der Weise mit, dass dessen Spitze x durch höheren oder tieferen Stand einen stärkeren oder schwächeren Spiritus im Gefässe A anzeigt.

Auf der Achse der Trommel ist ausser dem Getriebe, welches den Spirituszähler treibt, noch die runde Scheibe *M* befestigt. Diese hat drei tiefe Ausschnitte, in deren einen der mit der Rolle *v* auf ihrer Peripherie aufliegende, um *m* drehbare Hebel *H* jedesmal einfällt, wenn sich die Trommel bei Entleerung eines Faches um 120 Grad dreht, jedoch nur um sofort wieder von dem nächsten, stehen gebliebenen Theile der Scheibe *M* auf die ursprüngliche Höhe gehoben zu werden. Bei dieser aufsteigenden Bewegung nimmt der Hebel durch einen der sechs bei *w* an ihm befestigten Sperrhaken das fein gezahnte Rad *R* mit, welches sammt dem an ihm befestigten Getriebe *K* auf die Achse des Hebels *H* drehbar aufgeschoben ist. Dieses Getriebe überträgt die Drehung des Rades *R* in geeigneter Weise auf das Zählwerk *N*. Beim Niederfallen des Hebels *H* ist das Rad *R* durch ein zweites Sperrhakensystem, das hinter dem Spirituszählwerke festliegt, vor rückgängiger Bewegung geschützt.

Offenbar dreht sich nun das Rad *R* um so mehr, je grösser die Hubhöhe des Hebels *H* ist, d. h. je tiefer er in die Einschnitte der Scheibe *M* einfällt. Die Folge davon ist, dass auch das Zählwerk *N* in demselben Verhältniss mehr zählt. Die Tiefe dieses Einfallens wird aber jedesmal begrenzt durch Anschlagen der mit dem Hebel *H* fest verbundenen Kurve X an die erwähnte Spitze *x* des Alkoholometerzeigers.

Durch eine passende Form der Kurve *X* kann man daher dem Alkoholzähler eine von der Stellung des Zeigers *x*, mithin von dem specifischen Gewichte der durchfliessenden Flüssigkeit abhängige, derartige Drehung ertheilen, dass die Angaben dieses Zählers dem Gehalte an absolutem Alkohol genau entsprechen. Zu dem Ende muss die Kurve *X* so konstruirt werden, dass bei einer bestimmten Stellung der Zeigerspitze *x* — also bei einer bestimmten Stärke des durchfliessenden Spiritus — das Zählwerk *N* jedesmal genau um so viel vorrückt, als absoluter Alkohol in dem Spiritus des Faches enthalten war.

Um dies zu erzielen, ist erforderlich, dass das Alkoholometer in jedem Momente das richtige mittlere specifische Gewicht des durchfliessenden Alkohols anzeigt. Würde der Spiritus mit Hülfe einfacher Zu- und Abflussröhren durch das Gefäss *A* geführt, so wäre es unvermeidlich, dass er sich bei wechselndem Gehalte in Schichten von verschiedenem specifischen Gewichte ablagerte. Der Schwimmkörper würde mithin in Spiritus von anderem mittleren Gehalte spielen, als dem wirklich durch die Trommel fliessenden entspräche. Um die hierin liegende Fehlerquelle zu beseitigen, musste der Durchfluss des Spiritus so geregelt werden, dass er sich in geeigneter Weise im Alkoholometergefässe mischt.

Zu dem Zwecke tritt derselbe zunächst in das tiefer liegende Gefäss *E* (Fig. 119), welches durch zwei Röhren mit dem Gefässe *A* in Verbindung steht. Die eine (*b*) beginnt am Boden des kleinen Gefässes *E* und

endet in einem, im oberen Theile des Gefässes *A* befindlichen, durchlochten Ringe *d*; die andere (*a*, *c*) beginnt im oberen Ende von *E*, erhebt sich bis zum Niveau der Flüssigkeit im Gefäss *A* und mündet in gleicher Weise bei *c* am Boden des letzteren. Hierdurch wird bewirkt, dass in *E* eintretender ärmerer, mithin schwererer Spiritus durch das im oberen Theile des Gefässes *A* mündende Rohr *b*, der leichtere dagegen durch das unten mündende Rohr *a*, *c* fortgeleitet wird. Da hierdurch die schwerere Flüssigkeit immer oberhalb, die leichtere immer unterhalb des Schwimmkörpers eintritt, so findet eine fortlaufende Mischung des neu eintretenden mit dem im Gefässe vorhandenen Spiritus statt.

Der Abfluss zur Trommel geschieht durch die Röhren *f*, *g*, *h*, *i* (Fig. 119).

Der bisher beschriebene Apparat würde den Alkoholgehalt nur dann richtig registriren, wenn die Temperatur des durchfliessenden Spiritus konstant und stets die bei Alkoholmessung gebräuchliche Normaltemperatur von $12^1/_2{}^0$ R. wäre. Um seine Angaben auch für andere und wechselnde Temperaturen richtig zu machen, musste eine Einrichtung getroffen werden, welche die Stellung des Zeigers *x* (Fig. 120) unabhängig von der Temperatur des durchfliessenden Spiritus macht. Es ist dies dadurch bewirkt, dass der Schwimmkörper *P* aus dünnem Blech angefertigt und mit Alkohol vollständig luftfrei gefüllt ist. Da der Schwimmer eine Form hat, welche die ungehinderte Ausdehnung der eingeschlossenen Flüssigkeit gestattet, so erleidet derselbe im Mittel durch Temperaturänderungen dieselben Volumenveränderungen wie der umgebende Spiritus; seine Stellung, und die des Zeigers *x*, wird also unabhängig von der Temperatur desselben. Bei richtiger Wahl des Ausdehnungskoefficienten der Füllungsflüssigkeit kann man durch eine entsprechende Ueberkompensation der Temperatur auch noch die in Folge der veränderten Temperatur unrichtige Volumenmessung der Trommel bei den Angaben des Alkoholzählers korrigiren.

Der Apparat vermeidet dann einen nicht unbedeutenden Fehler der Alkoholbestimmung, den man in der Praxis bisher zu vernachlässigen pflegt. Derselbe besteht darin, dass man ein bei gerade obwaltender, von der Normaltemperatur abweichender Temperatur gemessenes — also unrichtiges — Volumen später der Alkoholbestimmung zu Grunde legt. Die Grösse dieses Fehlers zeigt sich in folgendem Beispiele:

Gesetzt, man habe bei einer Temperatur von 5⁰ C. ein Spiritusvolumen von 100 Quart gemessen, so würde sich dieses Volumen durch die Erhöhung auf die Normaltemperatur (15,5⁰ C.) um 0,01, also auf 101 Quart vergrössern. Fände man nun durch das Alkoholometer nach Anbringung der Temperaturkorrektion für diese Beobachtung 80 Proc. Alkoholgehalt, so entspräche dies 80 Quart Alkohol nach bisheriger Messung. In Wirklichkeit sind aber $^{80}/_{100}$. 101, also 80,8 Quart, bei

der Normaltemperatur gemessen, darin enthalten. Der Apparat vermeidet diesen Fehler, wie schon erwähnt, durch Ueberkompensation der Temperatur, was bei einer Kontrolmessung der Angaben desselben zu berücksichtigen ist.

Schliesslich sei bemerkt, dass an dem Einspielen des Zeigers x, Fig. 120, auf der Skala X der Kurve jederzeit kontrollirt werden kann, ob das Alkoholometer richtig arbeitet. Um jedoch zu diesem Behufe das Alkoholometergefäss nicht jedesmal mit Spiritus von bekanntem Gehalte und bestimmter Temperatur füllen zu müssen, sind dem Apparate genau abgeglichene Gewichte beigegeben, die den Gewichten des Schwimmkörpers in Spiritus von verschiedenen Stärken entsprechen. Dieselben werden nach Abnahme des Körpers statt seiner an die Feder bei o (paarweise zu beiden Seiten) angehängt und müssen dann den Zeiger x genau auf den entsprechenden Strich der Skala der Kurve einstellen. Sollten sich hierin Differenzen zeigen, so können dieselben leicht durch Korrektur der Feder mittelst Drehung der Schrauben l und n korrigirt und die Uebereinstimmung der Skala mit den auf den betreffenden Gewichten eingeschlagenen Procentgehalten dadurch hergestellt werden. Die Schrauben l korrigiren die Feder in ihrer Richtung; eine Drehung der Mutter n, welche nach Lösung der Klemmschrauben p stattfinden kann, verändert die Länge der Feder. Durch eine entsprechende Drehung der Doppelmutter u, an welcher der Körper P in einer Schneide hängt, muss jedoch diese stets wieder in die ursprüngliche Lage zum Hebelende gebracht werden.

Derartige Apparate haben bereits längere Zeit unter Kontrolle der Steuerbehörden verschiedener Länder zur fortlaufenden Bestimmung der Alkoholproduktion von Brennereien gedient. Es ergab sich dabei, dass die Angaben des Apparates durchaus sicher und ebenso genau wie die schärfsten direkten Bestimmungen sind.

Soll der Apparat dazu dienen, die Grundlage zu der von den Fabrikanten zu entrichtenden Produktsteuer zu geben, so sind natürlich besondere Sicherheitsmaassregeln zu ergreifen, welche eine absichtliche, nicht nachweisbare Störung des Apparates unmöglich machen. Ist dies in entsprechender Weise ausgeführt, so genügt eine Ablesung des Alkoholzählers bei Beginn und am Schluss jeder Brennkampagne, um den g e n a u e n Betrag des zu besteuernden Objektes zu erfahren. Diese Angabe wird durch den Spirituszähler kontrollirt, welcher unter Berücksichtigung des durch öfteren Vergleich der Angaben beider Zähler ermittelten mittleren Gehaltes des fabricirten Spiritus nahe denselben Alkoholbetrag angeben muss, wie der Alkoholzähler.

Soll auch kontrollirt werden, wann der Destillirapparat während der Brennperiode im Betriebe gewesen ist, und wie stark er jederzeit gearbeitet hat, so wird der Kontrollapparat noch mit einem Uhrwerke kombinirt, welches auf einem kontinuirlich fortschreitenden Papierstreifen

eine Marke bei Ablauf jeder Stunde und eine andere bei Vollendung jeder Trommelumdrehung macht. Das Uhrwerk muss im Laufe jedes Monats einmal aufgezogen werden.

Wird es dagegen als ausreichend befunden, dass nur das Volumen des fabricirten Spiritus genau registrirt und eine abgemessene Probe von jeder Trommelfachfüllung zur nachträglichen Feststellung des mittleren Gehaltes desselben zurückbehalten wird, so wird die beschriebene dreitheilige Trommel mit springender Bewegung mit einer passenden Probeschöpfvorrichtung versehen und bildet mit dieser unter Wegfall des Alkoholometers und des Zählwerkes für die Alkoholregistrirung einen ebenfalls ganz zuverlässigen und weit einfacheren Kontrollapparat für die Produktsteuer. Dem oben beschriebenen Alkoholmessapparat gegenüber hat er aber die Mängel, dass einmal die Kontrolle der Angabe des Apparates fehlt, dass ferner die schliessliche Feststellung des zu besteuernden Produktes von dem mit der Bestimmung des Gehaltes der Probe betrauten Beamten abhängig bleibt, und dass endlich die Alkoholbestimmung selbst weniger genau ist, da die Fehler, welche durch wechselnde Temperatur und die bei der Vermischung von Proben verschiedener Stärke stattfindende Kontraktion entstehen, nicht kompensirt werden können. Während der Alkoholmessapparat den durchgeflossenen Alkohol bis auf 0,1 Procent genau angiebt, muss man sich bei dem Spiritusmesser mit Probenahme mit einer Genauigkeit von $^1/_2$ Procent begnügen.

Die Einfachheit der beschriebenen dreitheiligen Messtrommel und die grosse Genauigkeit, mit welcher sie das durchfliessende Flüssigkeitsvolumen registrirt, hat ihr auch bereits Anwendung auf anderen Gebieten der Technik verschafft, wie z. B. zur Messung des Inhaltes zu aichender Gefässe, als Milchmesser, Biermesser etc.

Promemoria, betreffend die direkte Indo-Europäische Telegraphenlinie.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 14, S. 154.)

1867.

1. Perspektive.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Gegenwart von der weittragendsten merkantilen und politischen Bedeutung ist die sichere und schnelle telegraphische Verbindung Europas mit Indien. Betrachten wir Indien mit seiner ungeheuren Bevölkerung und seiner steigenden Produktion — für sich allein schon eines der wichtigsten Handelsgebiete der Erde — zugleich als Durchgangspunkt des europäischen Verkehrs nach China, Japan[1]), Australien und ganz Polynesien, eines Verkehrs, der unübersehbare Dimensionen annehmen wird: so leuchtet die Nothwendigkeit einer für alle Eventualitäten gesicherten telegraphischen Verbindung hervor, besonders seitdem die grosse Aufgabe der atlantischen Telegraphen-Verbindung mit Amerika so glänzend und mit so überaus günstigem finanziellen Erfolge gelöst worden ist.

Der Verkehr Europas mit Indien und seinen Hinterländern ist an sich für Europa von grösserer Bedeutung, als der mit Amerika. Dies gilt in noch höherem Maasse vom Telegraphen-Verkehr. Der Nutzen, den dieser dem korrespondirenden Publikum darbietet, ist der Zeit proportional, welche durch eine telegraphische Mittheilung einer brieflichen gegenüber erspart wird. Da nun ein Brief von London nach New-York durchschnittlich nur etwa elf Tage, nach Kalkutta aber dreissig Tage braucht, so ergiebt sich der verhältnissmässig weit grössere Nutzen einer telegraphischen Depesche nach Kalkutta im Vergleich zu

[1]) China hat auf 60—70 000 Q.-M. circa 450 Millionen Einwohner, Japan auf 7000 Q.-M. 35—40 Millionen Einwohner, Britisch-Indien auf 44 000 Q.-M. 136 Millionen. Dagegen haben die Vereinigten Staaten von Nordamerika auf circa 133 000 Q.-M. nur gegen 32 Millionen Einwohner.

der nach New-York aus dieser weit grösseren Zeitersparniss. Seit die telegraphische Verbindung mit Amerika in so gutem Betriebe ist, dass, gespornt von den brillanten ökonomischen Resultaten derselben, bereits Konkurrenzlinien in Aussicht genommen werden, durch welche die bisher übermässig hohen Gebühren wahrscheinlich eine bedeutende Herabsetzung erfahren werden, — seitdem wird die Bedeutung der direkten Indo-Europäischen Telegraphie noch wesentlich dadurch erhöht, dass sie künftig auch den bedeutenden Depeschenverkehr Amerikas mit dem östlichen Asien und Australien vermitteln wird. Ist die Depeschenbeförderung zuverlässig, schnell und nicht unverhältnissmässig kostspielig, so wird sie sich sowohl der Handels-, als auch der persönlichen und politischen Mittheilungen in noch weit höherem Maasse bemächtigen, als es bei andern kürzeren, und daher weniger Zeit ersparenden Linien der Fall ist. Es wird dann kaum ein irgend bedeutenderes Handelsgeschäft ohne telegraphische Verständigung mehr zu Stande kommen können, da der telegraphische Korrespondent dem brieflichen schon bei einem einfachen Angebot und Accept um Monate voraus ist. Eine sichere Indo-Europäische Telegraphie wird aber nicht nur dem bereits bestehenden Verkehr grossen Nutzen bringen, sondern auch sehr viel zur schnelleren Entwickelung desselben beitragen.

2. Ungenügende Leistungen der bisherigen Linien.

Die grosse Wichtigkeit dieser Telegraphenverbindung, namentlich für England, hat natürlich schon viele Anstrengungen veranlasst, um sie ins Leben zu rufen. Da der Landweg durch das westliche Asien nicht praktikabel erschien, so gab die englische Regierung im Jahre 1856 einer Privatgesellschaft eine Zinsgarantie von 5 Procent für eine Kabelverbindung durch das rothe und indische Meer nach Indien. Da aber die Kunst, zuverlässige submarine Leitungen herzustellen, damals noch wenig entwickelt war und das korallenreiche, flache und warme rothe Meer für die gute Legung und Erhaltung der Kabel höchst ungünstig ist, so war die Linie schon unbrauchbar geworden, bevor sie noch in ihrer ganzen Länge vollendet war.

Die englische Regierung liess nach diesem missglückten kostspieligen Versuche den Seeweg fallen und versuchte auf dem Landwege durch die europäische Türkei und Kleinasien zum persischen Meere und von dort nach Indien zu kommen. Im Jahre 1862 legte sie auf eigene Rechnung ein Kabel durch die ganze Länge des persischen Meerbusens und durch das indische Meer bis Kuradschee, schloss Verträge mit der Türkei und mit Persien ab und unterstützte diese Staaten in höchst wirksamer Weise bei der Herstellung von Landlinien von den Landungspunkten des Kabels bis Konstantinopel und Teheran. Auf diese Weise hoffte die englische Regierung zwei konkurrirende Telegraphenverbindungen zwischen ihrem Kabel und Europa ins Leben zu

rufen: über Konstantinopel durch das südliche und westliche Europa, und auf dem nördlichen Wege durch Russland und Preussen. Diese beiden Verbindungen bestehen in der That schon seit einigen Jahren, doch haben sie das vorhandene Bedürfniss nicht befriedigt und im Gegentheile unendliche Klagen des Handelsstandes über schlechte Beförderung der Depeschen hervorgerufen. Diese brauchen lange Zeit, oft Wochen, zur Zurücklegung ihres Weges und kommen dann oft so verstümmelt und verfälscht an, dass sie für den Empfänger ganz werthlos sind. Eine von der englischen Regierung zur Prüfung über die mangelhafte Kommunikation mit Indien eingesetzte Untersuchungskommission hat über die Gründe dieser unbefriedigenden Depeschenbeförderung helles Licht verbreitet[1]). Sie bestehen auf beiden Wegen darin, dass die Depeschen wiederholt aus der Hand einer Telegraphenverwaltung in die Hand einer andern, und auch innerhalb desselben Landes häufig von einer Linie auf eine andere übergehen müssen. In Folge dessen werden die Depeschen in ihrem langen Laufe häufig unterbrochen, und die der englischen Sprache gar nicht, oder nur unvollkommen mächtigen Telegraphisten häufen bei dem wiederholten Umtelegraphiren Fehler auf Fehler! Dazu kommt auf dem nördlichen Wege, dass der von der Linie überschrittene Kaukasus der Anlage grosse klimatische und Terrainschwierigkeiten entgegensetzt, welche während des Winters oft lange, unvermeidliche Betriebsunterbrechungen herbeiführen; und ferner, dass die persische Linie von der russischen Grenze bis Teheran, wo die von England erbaute und verwaltete Linie beginnt, höchst mangelhaft errichtet ist und ebenso betrieben wird. Auf der südlichen Linie durch die europäische Türkei, Kleinasien und Mesopotamien sind es ausser klimatischen und Terrainschwierigkeiten, welche dem guten Betriebe auch hier entgegenstehen, namentlich Hindernisse politischer und nationaler Natur, welche eine geordnete und sichere Telegraphie durch jene Gegenden unmöglich machen. Nach den Aussagen englischer, mit den türkischen Linien genau bekannter Telegraphenbeamten vor dem oben erwähnten Parlamentskomitee, fehlt den dort angestellten orientalischen Beamten die für den Telegraphendienst durchaus erforderliche Zuverlässigkeit und Gewissenhaftigkeit. Wächter und Leitungsrevisoren thun ihre Pflicht nicht und stellen die durch Zufall oder Absicht beschädigten Leitungen nicht schnell wieder her, ohne erst dazu angetrieben zu werden. Alle Orientreisenden kennen den fatalistischen Widerwillen der hohen und niederen Orientalen gegen Eile und ihre Empfänglichkeit für Bakschisch, sowie die Geriebenheit asiatischer Griechen: ethische

[1]) Report from the select committee on East India Communications together with the proceedings of the committee, minutes of evidence and appendix ordered by the house of Commons to be printed 20. July 1866.

Eigenthümlichkeiten, die europäischen Ansprüchen an exakte Amtsthätigkeit schnurstracks entgegenlaufen. Dazu die finanziellen Usancen! Die Telegraphisten erhalten ihr Gehalt nicht regelmässig ausgezahlt, bedienen daher die Apparate unregelmässig und mangelhaft und unterliegen leicht der Versuchung, ihre amtliche Stellung zu missbrauchen. Rechnet man hierzu die schwankenden Staatsverhältnisse des türkischen Reiches überhaupt, und namentlich die Unbotmässigkeit des von kriegerischen, seit jeher unabhängigen und ununterworfenen Stämmen bewohnten Euphratdistriktes, der nicht umgangen werden kann, so erklärt es sich, dass in England Regierung und Publikum zu der Erkenntniss gekommen sind, dass auf eine sichere Telegraphenverbindung auf diesem südlichen Wege überhaupt nicht zu rechnen ist.

3. Europäisches Interesse und Konzession der direkten Indo-Europäischen Linie.

Diese Erkenntniss bewog die englische Regierung, wieder auf dem nördlichen Wege durch Norddeutschland und Russland eine sichere Verbindung mit Indien zu suchen. Auf ihre Anregung und unter englischer Mitwirkung haben die preussische und russische Regierung sich durch einen besonderen Staatsvertrag gegenseitig zur Herstellung einer direkten, unabhängigen, solide erbauten, mindestens zweidrähtigen Linie zwischen London und Teheran verpflichtet, welche ausschliesslich für die europäisch-indische Korrespondenz dienen, den Kaukasus durch eine kurze Submarinlinie umgehen und durchweg einheitlich organisirt sein soll.

Auf Grund dieses Vertrages haben Preussen und Russland bereits den Firmen Siemens & Halske in Berlin und St. Petersburg, und Siemens Brothers in London eine auf fünfundzwanzig Betriebsjahre lautende Konzession zur Anlage und zum Betriebe einer direkten Linie zwischen London und Teheran ertheilt. Die gleiche Konzession Seitens der persischen Regierung für die Strecke von der russisch-asiatischen Grenze bis Teheran ist, nach telegraphischer Mittheilung, in diesen Tagen erfolgt. Preussen und Russland erheben eine mässige Abgabe von den durchgehenden Depeschen, wogegen Persien den Unternehmern nur die Pflicht auflegt, für seinen internen Verkehr einen besonderen Draht an den Stangen der neuen Linie zu befestigen und in Stand zu halten. Die englische Regierung hat den Unternehmern ihre kräftigste Unterstützung zugesagt und sich der preussischen und russischen Regierung gegenüber verpflichtet, die Linie von Teheran bis Indien, sowie die Linien des Telegraphennetzes in Indien selbst, stets auf gleicher Stufe der Leistungsfähigkeit zu erhalten, wie die neu anzulegende Linie London-Teheran sie haben wird, und zur einheitlichen Organisation des technischen Dienstes auf der ganzen Linie von London bis Indien mitzuwirken.

4. Die Route.

Nach den Verträgen mit den genannten Regierungen wird die Linie von London über Emden, Berlin, Warschau, Odessa, die Krim, durch das schwarze Meer zur abchasischen Küste, über Tiflis, Djulfa (an der persischen Grenze) und Tabris nach Teheran gehen.

Durch Verträge mit der Electric-Company in London und der Reuter'schen Telegraphen-Compagnie ist die Aufgabe und das Interesse des Unternehmens auf der Strecke von London bis Emden gesichert, ohne demselben die Verpflichtung zur sofortigen Herstellung eines eigenen Nordsee-Kabels aufzulegen. In Norddeutschland wird die Bundesregierung die zur ausschliesslichen Benutzung der Indo-Europäischen Telegraphenlinie bestimmten Leitungen auf eigene Kosten bauen, wogegen die Unternehmer die Leitungen durch Russland, den Pontus und Persien zu beschaffen haben, welchen auch die Herstellung und Unterhaltung der Stationseinrichtungen, bezüglich der Beförderungsdienst, auf der ganzen Linie von London bis Teheran obliegt.

5. Sicherheit der Linie gegen klimatische und böswillige Störungen.

Persien ist in seinem hier in Betracht kommenden westlichen Theile als ein vollständig sicheres Land zu betrachten. Wie aus dem oben erwähnten Report des Parlaments-Kommitee's hervorgeht, ist die Linie Teheran-Buschir während ihres mehrjährigen Bestehens nie muthwillig zerstört worden, und die Verbindung Teherans mit Indien funktionirt regelmässig und zur vollsten Zufriedenheit. Ebensowenig ist eine muthwillige Störung der Linie von der russischen Grenze bis Teheran während ihres Bestehens konstatirt. Wird der Kaukasus, wie es projektirt ist, durch ein der Küste entlang gelegtes Submarinkabel umgangen, so bietet die ganze Strecke von London bis Indien auf diesem Wege kein natürliches oder ethisches Hinderniss dar, welches dem sichern Dienste der Linie entgegenstehen könnte. Auf dem ganzen Landwege bestehen schon seit Jahren Telegraphenlinien in gutem Betriebe, welche in Russland grossen Theils durch Siemens & Halske erbaut und während eines Zeitraums von 12 Jahren auch von denselben remontirt sind.

Die zur Umgehung des Kaukasusgebirges projektirte Submarinlinie von der Krim zur asiatischen Küste ist nicht so lang, um die Geschwindigkeit des Sprechens wesentlich beeinträchtigen zu können. Da sie eine Küstenlinie ist, also jederzeit wieder aufgenommen und reparirt werden kann, so vermehrt sie das Risiko der Anlage nicht wesentlich. Sollte sie jedoch, oder irgend ein Stück der Landlinie, zeitweise unbrauchbar werden, so sind die russischen und norddeutschen Staatslinien vertragsmässig zur Aushülfe auf der unterbrochenen Strecke verpflichtet, wodurch der Beförderungsdienst auch für diesen, bei langen Telegraphenverbindungen nie ganz zu vermeidenden Fall gesichert ist.

6. Rentabilität, gestützt auf den wachsenden Handelsverkehr, auf die internationale Sicherheit, Mangel an Konkurrenz und auf eigene Leistungsfähigkeit.

Trotz der grossen Bau- und Unterhaltungskosten in Ländern, die keine modernen Kommunikations-Einrichtungen haben und wo zum Theil das Lastthier noch die Stelle des Dampfwagens vertritt, ist die Rentabilität der Linie als unbedingt gesichert zu betrachten. Schon bei der jetzigen langsamen und unsicheren Depeschenbeförderung und den hohen Beförderungssätzen von 5 Lstr. 1 sh. pro Depesche von 20 Worten sind täglich circa 200 Depeschen nach und von Indien gegangen, eine Zahl, welche schon genügen würde, den Betrieb der Linie zu sichern. Es ist aber eine durch die Statistik unumstösslich festgestellte Erfahrung, dass die Anzahl der Depeschen mit der zunehmenden Schnelligkeit, Billigkeit und Sicherheit der Beförderung in schnell steigender Progression wächst. In Preussen z. B. hat die jährliche Zunahme der Depeschenzahl, im Durchschnitte der letzten sechs Jahre, 33 Procent, in Russland 22 Procent betragen. Bei der kolossalen Ausdehnung des Handelsverkehrs zwischen Europa und Asien und seiner rapiden weiteren Entwickelung ist eine ähnliche Steigerung des Depeschenverkehrs auf eine lange Reihe von Jahren gesichert. Unter diesen Umständen ist bei der Beurtheilung der Rentabilität des Unternehmens nicht die Anzahl der den jetzt bestehenden unvollkommenen Linien mit hohen Tarifsätzen zur Beförderung präsentirten Depeschen und auch nicht das augenblicklich obwaltende Bedürfniss, sondern allein die Leistungsfähigkeit der zu erbauenden Linie unter Berücksichtigung der internationalen Sicherheit und der vorhandenen oder in Zukunft zu erwartenden Konkurrenz anderer Linien maassgebend.

Als Maasstab für diese Beurtheilung mag übrigens auch noch ein Vergleich mit dem transatlantischen Kabel dienen.

Die Einnahmen desselben bezifferten sich nach glaubwürdigen Angaben im ersten Halbjahr auf circa 291 000 Lstr., im folgenden Jahre auf 430 000 Lstr., die Rente auf etwa 25 Procent. Nun übersteigt aber der englische Handelsverkehr mit Indien, den holländischen Besitzungen, China, Japan und Australien die Gesammtmasse des amerikanischen Verkehrs um ein Bedeutendes.

Der Export Englands nach den vorgedachten Ländern betrug im Jahre 1865 42 897 846 Lstr.

Der Import aus denselben 68 117 356 Lstr.

ungerechnet den Geldverkehr und die australischen Goldsendungen.

Der Schifffahrtsverkehr betrug in demselben Jahre

von England nach Indien 1 492 102 Tonnen

und heimwärts 1 869 090 Tonnen.

Dieser Gesammtverkehr von 800 Millionen Thalern ist nach den Mittheilungen der von dem Parlamentskomitee als Sachverständigen vernommenen grossen kaufmännischen Firmen nur zum Theil ein telegraphischer; er wird es ganz werden, weil es bei der Dauer des Postverkehrs für den Kaufmann eine Nothwendigkeit wird, sich des Telegraphen zu bedienen, wenn seinem Konkurrenten dies Mittel zu Gebote steht.

Nun sind aber die Herstellungskosten einer Landlinie bei weitem niedriger als die einer Submarinlinie von geringerer Leistungsfähigkeit. Eine eindrähtige Submarinlinie kostet mindestens dreimal so viel und leistet höchstens ein Sechstheil so viel wie eine zweidrähtige Landlinie.

Ferner ist das mit einem Tiefseekabel verbundene Risiko ein bei weitem grösseres als das einer oberirdischen Leitung. Die Beschädigung einer solchen kann nur eine lokale sein, während die Beschädigung eines Tiefseekabels fast stets dessen gänzliche Unbrauchbarkeit zur Folge hat und den Verlust des Kapitals nach sich zieht.

Zieht man also diese Umstände in Betracht:

1. geringere Herstellungskosten und geringeres Risiko der indischen Linie gegenüber der transatlantischen;
2. grössere Bedeutung des indischen Verkehrs gegenüber dem amerikanischen;
3. grössere Zeitersparniss bei der Benutzung des Telegraphen und dadurch bedingter höherer Andrang zu dessen Benutzung,

so wird es bei dem bekannten Ertrage des amerikanischen Kabels einer besonderen Rentabilitätsberechnung nach Zahlen wohl nicht bedürfen.

Die Thätigkeit der Linie könnte nur durch Krieg beeinträchtigt werden. Da aber Persien ganz unter dem Einflusse Russlands und Englands steht und in beiden Staaten das friedliche Interesse lebhaft ist, den alten Handelsweg durch Georgien und Persien nach Indien von Neuem zu beleben [1]), besonders auch weil die von steten politischen Gefahren und inneren Unruhen heimgesuchte Türkei dem englischen Handel nicht mehr die genügende Sicherheit als Durchgangsstrasse bietet: so könnte nur ein Krieg zwischen England und Russland oder eines dieser Länder mit Preussen eine dauernde Störung des Betriebes der Linie bewirken. Die Möglichkeit eines solchen Ereignisses lässt sich allerdings nicht ableugnen; doch ist die hieraus erwachsende Gefahr sicher nicht gross und die Störung vorübergehend, da die erworbenen Privatrechte auf den Betrieb der Linie nach eingetretenem Friedensschlusse wieder in Kraft treten würden. Es ist sogar fraglich, ob ein Krieg zwischen England und Russland den Beförderungsdienst

[1]) Wir erinnern nur an die Dampfschifffahrt auf dem Phasis, die grossen Hafenbauten in Poti, die im Bau begriffene Eisenbahn von diesem Hafen nach Tiflis, sowie an die ebenfalls in Angriff genommene Chaussee von Tiflis nach Tabris.

der Linie für Handelsdepeschen unterbrechen würde, da seine Fortdauer im Interesse beider Länder liegt und Preussen ausserdem ein vertragsmässiges Recht hat, den Fortbetrieb der Linie von Russland zu verlangen.

Ebenso wird auch die Linie gegen künftige Konkurrenz vollständig gesichert sein.

Die kürzlich mit grossem Geräusche angekündigte Vereinigung Frankreichs, Oesterreichs und der Schweiz mit der Türkei zur Herbeiführung einer besseren Depeschenbeförderung zwischen England und Indien wird in den bisher faktisch bestehenden Verhältnissen garnichts ändern. Es bleibt die vielköpfige Beförderung durch die französischen, schweizerischen, österreichischen und türkischen Staatslinien mit allen ihren bisherigen Uebelständen, es bleiben namentlich die türkischen Zustände und die türkische Bevölkerung! Einen wirklichen Erfolg würde die Berner Konvention für die kontrahirenden Staaten nur dann erzielen, wenn die direkte internationale Privatlinie zwischen London und Teheran via Norddeutschland und Russland dadurch verhindert würde! Da aber Russland und Preussen der Privatlinie auf fünfundzwanzig Jahre das ausschliessliche Recht der Beförderung aller Depeschen von und nach Indien, die ihr Gebiet berühren, gegeben haben, so bleibt, ausser dem als unpraktisch erkannten Wege durch Klein-Asien, für eine Konkurrenzlinie nur noch der Seeweg durch das mittelländische und rothe Meer übrig, der bereits einmal fehlgeschlagen ist. Die grossen Kosten und die geringe Leistungsfähigkeit langer Kabellinien machen eine solche Verbindung — ganz abgesehen von den Gefahren für das in die Linie gesteckte Kapital — unmöglich, falls die in Rede stehende Landlinie zu Stande kommt. Selbst wenn es aber der Gesellschaft, welche eine neue Anglo-Indische Submarinlinie durch das rothe Meer ins Leben zu rufen sucht, gelingen sollte, die englische Regierung zu einer absoluten Zinsgarantie zu bewegen, so würde die Konkurrenz dieser, nicht einmal direkten, sondern bis Malta durch die französischen und italienischen Staatstelegraphen komplettirten Linie wenig ins Gewicht fallen. Die englische Regierung hat indessen schon die ewige Zinszahlung für die erste, längst verschollene Rothe-Meer-Linie zu leisten und wird sich jetzt um so weniger auf die Erneuerung desselben Experimentes einlassen, als sie dadurch ihrem eigenen Kabel im persischen Meere Konkurrenz machen würde.

Die Indo-Europäische Linie durch Norddeutschland, Russland und Persien ist nach Obigem während ihrer Konzessionszeit durch keine wirksame Konkurrenz bedroht und ihre Rentabilität wird nur von ihrer Leistungsfähigkeit abhängen.

Es wird beabsichtigt, die Linie ohne Rücksicht auf die bedeuten-

den Mehrkosten aus sehr dicken Eisendrähten und grösstentheils mit eisernen Stangen herzustellen, um sie möglichst widerstandsfähig zu machen und ihre Leistungsfähigkeit zu vergrössern. Mit Hülfe der Siemens'schen automatisch arbeitenden Schnellschreiber für Wechselströme, bei welchen die Depeschen entweder in Typensatz oder in Form eines durchlöcherten Papierstreifens vorbereitet und dann rein mechanisch befördert werden, lassen sich durch einen Leitungsdraht in einer Stunde über 100 einfache Depeschen (von 20 Worten) geben. Die mechanische Telegraphirung vorher gesetzter Depeschen schliesst Irrthümer durch fehlerhafte Abgabe oder undeutliche telegraphische Handschrift des Telegraphisten aus.

Wird auf der ganzen Linie nur mechanisch und zwar mittelst des einen Leitungsdrahtes stets in der einen, mittelst des andern stets in der andern Richtung gesprochen, so kann auch bei Wechselströmen die sogenannte Translation mit Sicherheit angewendet werden, welche es möglich macht, die Depeschen direkt, d. i. ohne Umtelegraphirung, von London bis Teheran zu befördern, wodurch die Zeit, welche eine Depesche zum Durchlaufen des ganzen Weges gebraucht, auf die Dauer etwa einer halben Minute reducirt wird.

Die Leistungsfähigkeit der projektirten Doppellinie würde sich nach Obigem auf mindestens 3000 Depeschen pro Tag steigern lassen, sie würde also auf lange Jahre hinaus den zu erwartenden, lebhaften Depeschenverkehr befriedigen können!

Zur Durchführung des Unternehmens beabsichtigen die Herren Siemens & Halske in Berlin und Siemens Brothers in London eine englisch-deutsche Aktiengesellschaft mit einem Aktienkapitale von ca. 400 000 Lstr. zu begründen, welche ihren Gesellschaftssitz in London hat, während die technische Verwaltung ihren Sitz in Berlin haben wird. Von diesem Kapitale würden jedoch nur $^4/_5$ zu zeichnen sein, da die russische und preussische Konzession den Unternehmern zur Sicherstellung des guten Baues und Betriebes der Linie die Verpflichtung auferlegen, während der ganzen Konzessionsdauer selbst mit $^1/_5$ des Anlagekapitals betheiligt zu bleiben.

Das für die Indo-Europäische Linie bestimmte automatische Telegraphensystem.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 14, S. 137.)

1867.

Bereits in der Jugendzeit der elektrischen Telegraphie erkannte der um ihre Ausbildung so sehr verdiente Professor Morse den grossen Nutzen, welchen die „automatische Telegraphie", d. i. die Beförderung vorbereiteter Depeschen auf rein mechanischem Wege, gewähren würde. Vail führt in seinem telegraphischen Lehrbuche (Philadelphia, 1845) zwei verschiedene Pläne Morse's an, um diesen Zweck zu erreichen. In beiden waren Typen verwendet, welche die Punkte und Striche der Morse-Schrift als kurze oder längere Erhebungen enthielten. Diese vorher zu Depeschen geordneten oder „gesetzten" Typen wurden der Reihe nach einem Mechanismus zugeführt, mit dessen Hülfe die kurzen und langen Erhebungen der Typen die zur Darstellung der Morseschrift nöthigen kurzen und langen Linienströme hervorbrachten. Einen praktischen Erfolg haben diese Pläne Morse's nicht gehabt, da die Telegraphen-Technik damals noch über zu wenig Mittel gebot, um sie zweckmässig durchführen zu können.

Auf einem ganz anderen Wege suchte Bain im Jahre 1849 zur Lösung der Aufgabe der automatischen Telegraphie zu gelangen. Er bereitete die Depeschen dadurch vor, dass er vermittelst einer passenden Stempelzange in ein Papierband kürzere oder längere rechteckige Löcher einschnitt, welche die Morse-Schrift auf elektrochemischem Wege reproducirten, wenn sie unter einer auf dem Papierband schleifenden Kontaktfeder hindurchgezogen wurden.

Auch dieser Plan hatte kein praktisches Resultat, da einmal die Vorbereitung des Papierstreifens zu mühsam und zeitraubend war, und da die elektrochemischen Telegraphen sich in Folge der auf längeren Linien so störend auftretenden Ladungserscheinungen überhaupt nicht bewährt haben.

Im Jahre 1854 suchte ich in Gemeinschaft mit Halske die Mängel des Bain'schen automatischen Telegraphen dadurch zu beseitigen, dass wir eine Stempelvorrichtung mit 3 Tasten konstruirten, von denen die eine, wenn niedergedrückt, ein einfaches Loch, die zweite ein Doppelloch in den Papierstreifen einstanzte, während jede Taste beim Rückgang den Papierstreifen um das nothwendige Stück weiterzog. Die dritte Taste wirkte auf keinen Stempel und diente zur Hervorbringung der nöthigen Zwischenräume zwischen den Buchstaben und Worten. Anstatt des elektrochemischen Empfängers wurde ein elektromagnetischer verwendet, welcher dadurch schneller wirkend gemacht war, dass die Elektromagnetkerne aus aufgeschnittenen Eisenröhren bestanden, und dass anstatt der Anziehung zwischen Magnet und Anker die zwischen Magnet und Magnet substituirt wurde.

Dies System wurde auf der Warschau-Petersburger Telegraphenlinie eingeführt. Es gelang mittelst desselben auf der genannten Linie sehr schnell und sicher zu telegraphiren. Trotzdem blieb es nicht lange im praktischen Gebrauche, weil die Vorbereitung des Papierstreifens immer noch zu unbequem war und weil eine äusserst sorgfältige und häufig wechselnde Relais-Einstellung zur Erzielung einer guten Schrift erforderlich war. Wir überzeugten uns aus diesem ungünstigen Resultate, dass auf dem bisher allein betretenen Wege, der Benutzung einfacher kürzerer und längerer Ströme, die Aufgabe überhaupt nicht zu lösen sei und versuchten nunmehr durch Einführung der Wechselströme eine bessere Grundlage für einen automatischen Telegraphen zu gewinnen. Es gelang uns dies mit Hülfe unseres permanent polarisirten Elektromagnet-Systems. Dasselbe gestattete die Hervorbringung der Morse-Schrift vermittelst kurzer Wechselströme von gleicher Stärke und Dauer, und beseitigte die bei Schnellschrift so schwierig einzustellende Gleichgewichtsfeder gänzlich. Wir versuchten anfänglich die kurzen Wechselströme durch Volta-Induktion herzustellen, was auch vom besten Erfolge gekrönt war. Mit derartigen Apparaten wurde zuerst die Sardinien-Malta-Korfu-Linie im Jahre 1857 besetzt. Später benutzte Varley ein ähnliches Verfahren bei dem ersten atlantischen Telegraphen und an anderen Orten.

Da durch die Anwendung von Wechselströmen und permanent polarisirten Elektromagneten die hauptsächlichste Schwierigkeit, die der Realisirung des automatischen Telegraphen entgegenstand, beseitigt war, so versuchten wir nun abermals und zwar diesmal auf dem zuerst von Morse eingeschlagenen Wege, mit Hülfe gesetzter Typen, das Problem zu lösen. Dies geschah durch unseren magnetelektrischen Typenschnellschreiber mit bestem Erfolge. Der auch auf der Londoner Ausstellung von 1862 ausgestellte Schnellschreiber gestattete in etwa 7facher Geschwindigkeit der Handbeförderung durch lange Leitungen mit Sicherheit Depeschen zu befördern. Doch auch ihm standen wichtige Be-

denken entgegen. Einmal musste der Apparat ungewöhnlich sorgfältig gearbeitet sein, wenn er sicher funktioniren sollte, und dann war das Setzen der Depeschen zu zeitraubend, erforderte daher zu viele Hülfskräfte. Der Apparat ist trotzdem, gegenwärtig in der Modifikation, dass Batterieströme anstatt der magneto-elektrischen verwendet werden, seit dem Jahre 1862 auf der hiesigen Telegraphenstation in steter Anwendung und wird namentlich zur Abtelegraphirung der meteorologischen und Coursdepeschen verwendet.

Am 2. Juni 1858 nahm Charles Wheatstone in England ein Patent auf einen automatischen Telegraphen. Derselbe benutzte das Bain'sche durchlochte Papierband und unseren durch ihn verbesserten Dreitastenlocher. Den letzteren modificirte er dahin, dass er unsere Doppellöcher zur Darstellung der Striche des Morse-Alphabets nicht nebeneinander, sondern über und unter einer Reihe von Mittellöchern anbrachte. Diese dritte Reihe von Löchern wurde durch einen besonderen dritten Stempel, welcher durch Niederdrücken jeder der drei Tasten in Wirksamkeit kam, hervorgebracht. Zum Geben der Depeschen benutzte Wheatstone einen eigenthümlichen, sehr sinnreichen Apparat, welcher durch eine Handkurbel in Thätigkeit gesetzt wurde. Derselbe war mit drei in einer vertikalen Ebene liegenden Nadeln versehen, die durch leichte Federn hochgehalten wurden. Durch die Kurbelumdrehung wurden diese Nadeln gehoben und gegen den Papierstreifen gedrückt. Die mittlere Nadel traf dabei stets ein Loch und ging durch dasselbe hindurch, während die beiden seitlichen Nadeln durch das Papier zurückgehalten wurden, wenn nicht gerade über ihnen ein Schriftloch sich befand. Die Träger der durch den Papierstreifen hindurchgegangenen Seitennadeln machten Batterie-Kontakt, während die Mittelnadel durch einen Mechanismus vorwärts gedrückt wurde und dadurch den Papierstreifen um ein dem Abstand zweier Mittellöcher von einander entsprechendes Stück fortschob.

Da Wheatstone anfänglich gleichgerichtete Ströme benutzte, so konnte sein Apparat aus den früher angegebenen Gründen keine sichere Schnellschrift auf längeren Linien geben. Es ist ihm dies aber in neuerer Zeit durch Anwendung der von mir eingeführten Wechselströme und polarisirter Elektromagnete gelungen.

Der Wheatstone'sche Apparat leidet aber immer noch — abgesehen von hier nicht zu erörternden technischen Mängeln — an der Langsamkeit und Beschwerlichkeit der Vorbereitung der Depeschen vermittelst des Dreitastenlochers.

Ich habe neuerdings versucht, die aus der obigen historischen Darstellung der Entwickelung der automatischen Telegraphie sich ergebenden noch vorhandenen Mängel dieses Systems möglichst zu beseitigen. Ich bin dabei wieder auf die Benutzung des Bain'schen Papierbandes zurückgegangen, nachdem der Versuch, eine Setzmaschine

für schnelles Setzen und Ablegen der Typen zu konstruiren, nicht den erhofften Erfolg gehabt hat. Wie die folgende Beschreibung meines neuen automatischen Telegraphen zeigen wird, weicht derselbe von den bisherigen Versuchen wesentlich in folgenden Punkten ab:

1. Es werden zur Aufnahme der einzulochenden Depesche Papierbänder benutzt, welche vorher auf mechanischem Wege mit einer regelmässigen Reihe von Führungslöchern versehen sind.
2. Die Einstanzung der Schriftzeichen geschieht entweder durch einen Handlocher vermittelst der Bewegung der Handhabe nach rechts oder links, oder durch einen Tastenlocher. Letzterer enthält so viele Tasten, wie Buchstaben, Zahlen und Interpunktionszeichen vorhanden sind, und es genügt die momentane Berührung einer Taste, um das betreffende Zeichen vollständig einzustanzen und den Papierstreifen gerade soweit fortzuführen, dass er in richtiger Lage zur Aufnahme des nächsten Zeichens ist. Geübte Arbeiter können auf diese Weise 3 bis 4 Buchstaben oder sonstige Zeichen in der Sekunde zur mechanischen oder automatischen Beförderung vorbereiten.
3. Die automatische Beförderung geschieht mit Hülfe von Wechselströmen und zwar entweder Magneto-Induktions- oder Batterieströmen. Im letzteren Falle geschieht die Beförderung vermittelst eines Laufwerkes mit regulirbarer Geschwindigkeit.
4. Der gute Kontakt ist durch Anwendung eines Pinsels aus elastischen feinen Drähten, an Stelle einer Schleiffeder, vollständig gesichert.
5. Der Empfangsapparat ist ein Schwarzschreiber meiner Konstruktion mit Blechmagnetkernen und regulirbarer Geschwindigkeit, welcher gestattet so schnell zu geben, wie die grössere oder geringere Flaschenwirkung der Leitung und die Stromstärke es zulassen. Es ist dies bei Leitungen mittlerer Länge die vier- bis fünffache Handgeschwindigkeit.
6. Bei Anwendung galvanischer Wechselströme ist Translation ohne wesentliche Geschwindigkeitsverminderung anwendbar.

Apparat zum Einstempeln der Mittellochreihe (Fig. 121).

Eine Stahlaxe trägt ausser einer Schnurrolle, durch welche sie vermittelst Schnurlauf und Schwungrad rasch gedreht werden kann, an ihrem vorderen Ende ein Excenter *b*. Dasselbe ertheilt dem kleinen Stempel, welcher das Ausstanzen der Löcher besorgt, eine auf- und abgehende, dem Sperrkegel *d* eine hin- und hergehende Bewegung. Letzterer greift in ein Sperrad von 30 Zähnen, welches durch den Gegenkegel *h* vor rückgängiger Bewegung geschützt ist, und dreht mit

diesem die konzentrisch an demselben befestigte Walze *f*, welche den Papierstreifen *S* fortbewegen soll. Zu dem Ende trägt sie in der Mitte der Höhe ihres cylindrischen Umfangs eine Reihe von ebenfalls 30 wenig hervorragenden abgerundeten Stiften im gegenseitigen Abstande von je 6 mm. Der Papierstreifen wird in einer engen Spalte zwischen dem auf- und niedergehenden Stempel und einem entsprechend durchbohrten kleinen Ambos *g* durchgeführt und legt sich dann um einen Theil des Umfanges genannter Walze. Die Stifte derselben sind so gestellt, dass sie in die Löcherreihe eingreifen, welche der Streifen

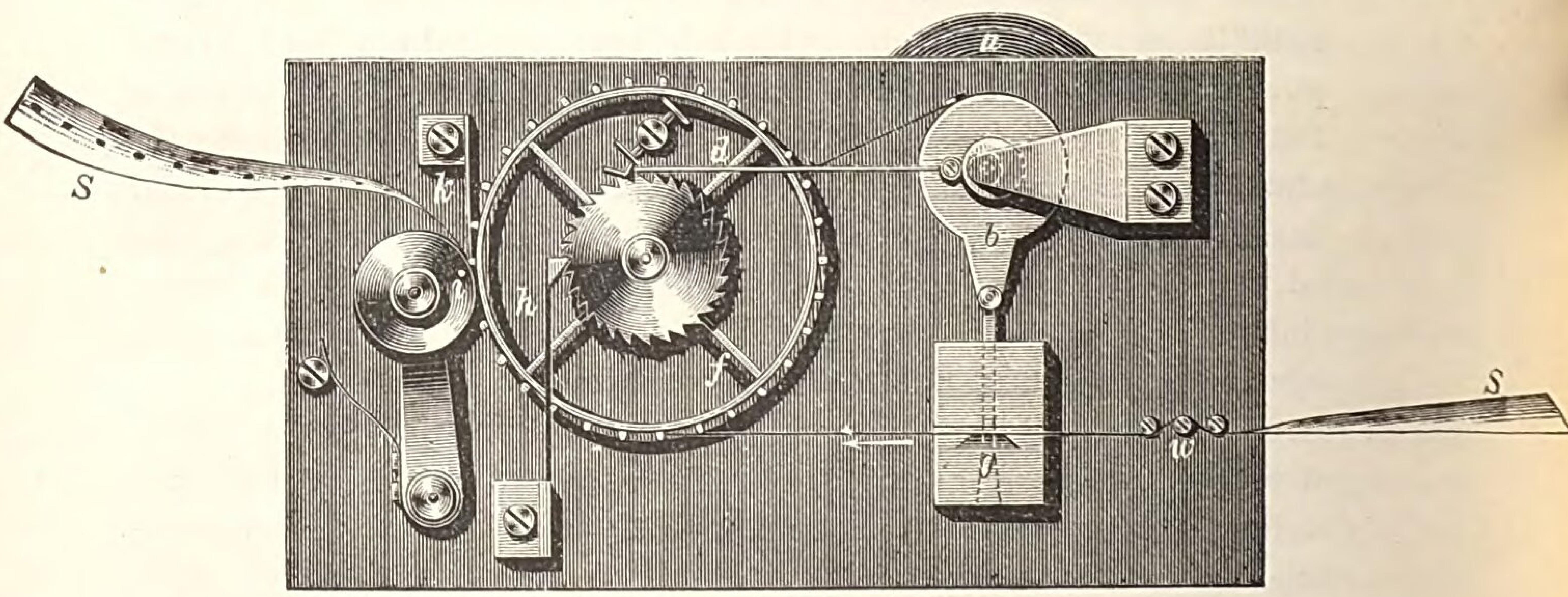


Fig. 121.

durch den Stempel erhält. So oft ein Loch fertig ist, wird so der Streifen um genau 6 mm fortgezogen und die Stelle für das nächste Loch unter den Stempel gebracht.

Das richtige Eingreifen der Stifte in die Löcher des Streifens wird durch die Rolle *i* gesichert, welche in der Mitte ihrer Breite genuthet ist und das Papier zu beiden Seiten der Stifte gegen die Walze drückt. Beim Einziehen eines neuen Streifens kann dieselbe zurückgelegt werden. Das Ablösen des Streifens von der Walze geschieht durch ein dünnes Blech *k*, welches sich mit der vorderen Kante zwischen beide einschiebt. Die 3 Stifte *w*, an welchen sich derselbe mit einiger Reibung vorbeiwindet, halten ihn unter dem Stempel gespannt.

Die durch den Apparat erzielte Löcherreihe ist vollkommen gleichmässig und liegt in der Mitte des Streifens. Die einzelnen Löcher sind $1^1/_2$ mm weit und von Mitte zu Mitte 6 mm von einander entfernt.

Hand-Schriftlocher (Fig. 122).

Das Stempelwerk besteht aus drei horizontal liegenden, in der Richtung ihrer Axe verschiebbaren cylindrischen Stempeln *1*, *2*, *3*, welche mit ihren Enden knapp in die entsprechend gebohrten Löcher einer gegenüberstehenden Stahlplatte *a* passen und in diese eingeschoben

werden können. In den schmalen Spalt, der zwischen dieser Platte und dem Messingklotze *b*, welcher in seinen Bohrungen die Stempel führt, gelassen ist, wird der Papierstreifen *S* eingelegt, wie er von der vorbeschriebenen Maschine geliefert wurde. Die Stempel *1* und *2* stehen 3 mm, die Stempel *2* und *3* dagegen 6 mm von einander ab, so dass, wenn *1* und *2* durch das Papier gestossen werden, Löcher im Abstande von 3 mm, wenn *1* und *3* gedrückt werden, solche im Abstande von 9 mm entstehen. Die Löcher kommen 3 mm seitlich von

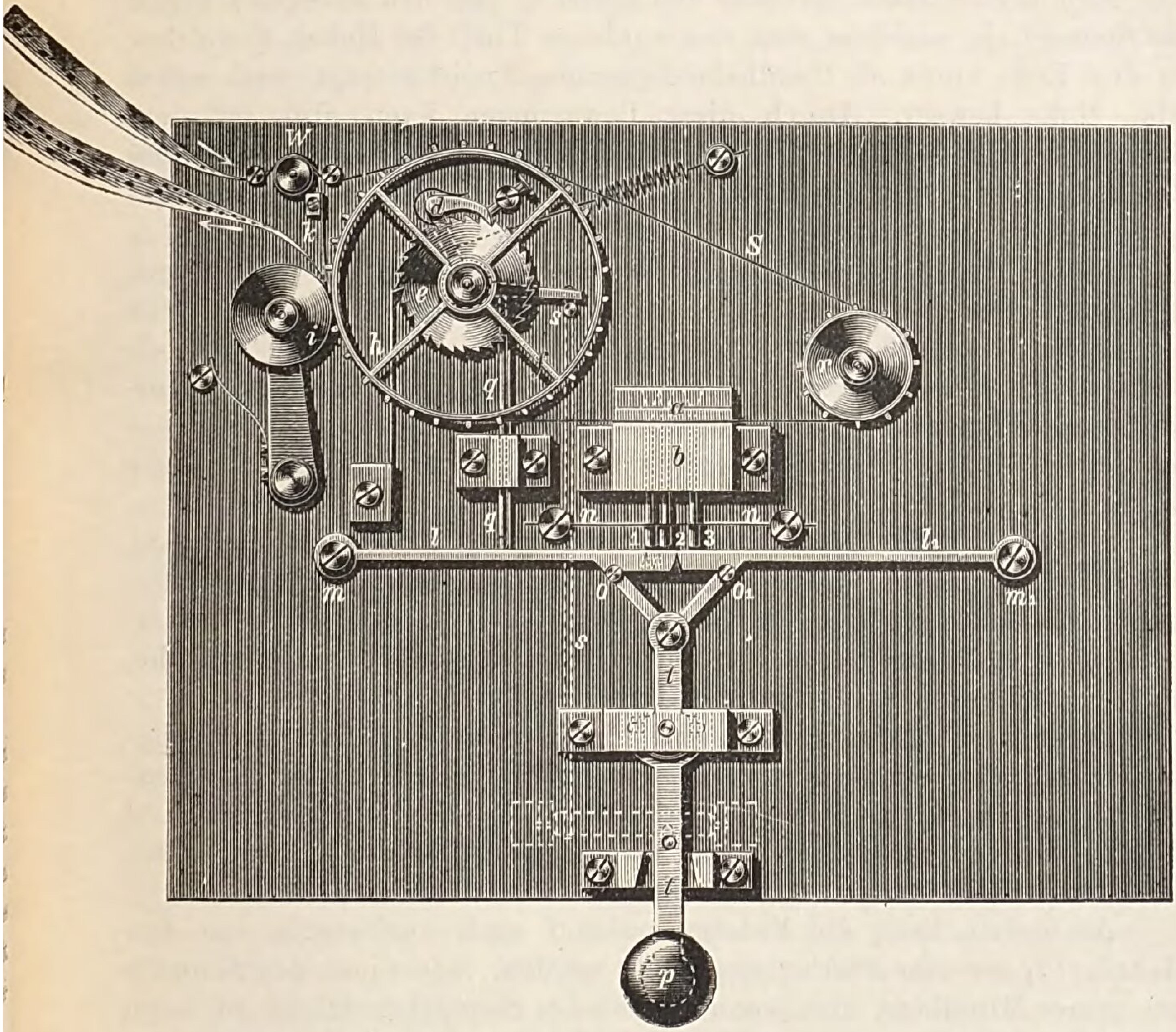


Fig. 122.

der bereits vorhandenen Löcherreihe zu liegen und stellen, wie bei Beschreibung des Zeichengebers erklärt werden wird, in den genannten Entfernungen Punkte und Striche dar.

Zum Eindrücken der Stempel dienen die bezüglich um m und m_1 drehbaren einarmigen Hebel l und l_1. Ihre übereinandergreifenden Enden sind so ausgeschnitten, dass der eine (l) beim Vorgehen die Stempel *1* und *2*, der andere (l_1) die Stempel *1* und *3* trifft. Die

gemeinsame Feder n, welche an beiden Enden aufliegt und in der Mitte an gedrehten Ansätzen die Stempel fasst, zieht diese wieder zurück, wenn der Druck gegen sie nachlässt.

Die Bewegung der Hebel l und l_1 wird durch kurze Gelenkstangen (o, o_1) vermittelt, welche einerseits mit je einem der Hebel, andererseits durch einen gemeinsamen Zapfen derart mit dem hinteren Ende des zweiarmigen Hebels t verbunden sind, dass eine Art von doppeltem Kniehebel entsteht.

Man drückt damit entweder den Hebel l_1 oder den anderen l gegen die Stempel, je nachdem man den vorderen Theil des Hebels t, welcher zu dem Ende einen als Handhabe dienenden Knopf p trägt, nach rechts oder links bewegt. Durch diese Bewegungen kann also auf dem Streifen eine willkürliche Reihe von Punkte und Striche darstellenden Zeichen eingestempelt werden, vorausgesetzt, dass der Streifen entsprechend an den Stempeln vorbei bewegt wird.

Hierzu dient wieder die schon einmal beschriebene Walze f mit Führungsstiften, welche in die vorgestempelte Löcherreihe des Streifens eingreifen. Zur grösseren Sicherheit ist der Streifen sowohl vor als nach seinem Durchgange durch das Stempelwerk um Theile ihres Umfanges geschlungen. Die so entstehende Schleife wird durch die kleine mitlaufende Rolle r, welche ebenfalls an ihrem Umfange Führungsstifte trägt, horizontal und gespannt erhalten.

Auf die Walze f wird nun die Bewegung der Hebel l und l_1, welch letzterer zu dem Ende verlängert ist, vermittelst Sperrades, Sperrkegels und eines Stiftes q in der Art übertragen, dass sie den Papierstreifen beim Zurückgehen des Hebels l um ein Loch der Mittelreihe, beim Zurückgehen von l_1 um das Doppelte fortzieht.

Diese Bewegungen entsprechen aber der Breite der durch die betreffenden Hebel gestempelten Zeichen + dem sie trennenden Zwischenraume von 3 mm. Es wird also jedesmal die Stelle für das nächste Zeichen, welche stets neben einem Loche der Mittelreihe anfängt, unter die Stempel gebracht.

Ausserdem kann die Führungswalze f auch unabhängig von den Hebeln l l_1 um eine Stiftbreite gedreht werden, indem man den Knopf p aus seiner Mittellage, also wenn keiner der Stempel gedrückt ist, nach unten drückt. Der vordere Theil des Hebels t ist zu dem Ende am hinteren Theile durch einen horizontalen Zapfen befestigt, um welchen er sich nach unten drehen kann. Durch einen kleinen Winkelhebel und eine unter der Sohlplatte liegende Schubstange s pflanzt sich die Bewegung auf den Sperrkegel d fort. Durch entsprechend angeordnete Federn wird der Hebel t stets wieder in seine Mittellage zurückgeführt.

Um also mit diesem Apparate eine Depesche auf dem Streifen in Form einer Lochreihe darzustellen, muss der Knopf p für jeden Punkt nach rechts, für jeden Strich nach links verschoben, ausserdem

nach jedem fertigen Buchstaben einmal, nach jedem Worte zweimal nach unten gedrückt werden.

Bei einiger Uebung geht das Einstempeln der Depesche mit Hülfe dieses Apparates ungefähr in derselben Zeit vor sich, welche die direkte Abgabe derselben mittels des gewöhnlichen Morseschlüssels erfordern würde.

Tasten-Schriftlocher (Fig. 123).

In ungefähr 3- bis 4mal grösserer Geschwindigkeit als mit dem Hand-Schriftlocher, kann die Depesche mittels des Tasten-Schriftlochers, bei welchem der Druck einer Taste sofort einen fertigen Buchstaben liefert, in den Streifen gelocht werden.

Derselbe ist in Fig. 123 von oben gesehen dargestellt. Das Stempelwerk enthält 20 horizontal neben einander liegende Stempel *c c*, deren jeder vom nächsten um 3 mm entfernt ist. In ihrer Verlängerung liegen dicht neben einander 20 Stosshebel *b b*, welche durch die an gemeinschaftlicher Axe *v* sitzenden Excenter *u u'* mit ihren vorderen Enden gegen die Stempel vorgeschoben werden können, aber etwas gehoben werden müssen, wenn sie die Stempel treffen und durch das Papier stossen sollen.

Zu dem Ende liegen unmittelbar unter den Stosshebeln und senkrecht zu ihrer Richtung dicht neben einander so viele Blechstreifen *a a*, als in der Telegraphie Zeichen in Anwendung kommen, von denen jeder einzelne durch Druck einer entsprechenden Taste ein wenig nach oben bewegt werden kann.

Die Oberkanten dieser Bleche sind, soweit sie unter den Stosshebeln liegen, so ausgefeilt, dass jede derselben beim Hochgehen nur die Hebel mitnimmt, welche in ihrer Reihenfolge (oben angefangen) als Löcher auf dem Papierstreifen gedacht das nämliche Zeichen darstellen würden, welches auf der gedrückten Taste zu lesen ist.

Jedes der Bleche *a a* dreht ausserdem, wenn es gehoben wird, den Winkelhebel mit langer Axe (*k*), und dieser setzt am Ende seines Hubes eine besondere Art von Einlösung (*A*) in Thätigkeit, welche die Axe *v* mit den Excentern sofort an die in der Verlängerung liegende, durch Schnurlauf und Tretrad in fortwährender Drehung erhaltene Axe *t* kuppelt. Hat sich *v* mit dieser einmal gedreht, so löst sich diese Kuppelung von selbst wieder und die Axe *v* arretirt sich, auch wenn die Taste gedrückt bleibt.

Bei dieser einmaligen Umdrehung der Excenter marschiren sämmtliche Stosshebel in ihrer Längsrichtung vor und zurück, die nicht gehobenen treffen dabei unter die Stempel, die gehobenen stossen die in ihrer Verlängerung liegenden Stempel durch das Papier und lochen in dasselbe das Zeichen der gedrückten Taste.

Der Papierstreifen wird in der nämlichen Weise wie beim Hand-Schriftlocher, durch die Stiftenwalze *f* und die Rolle *r* geführt. An

ersterer ist wieder konzentrisch das Sperrad *e* befestigt, dessen Kegel durch die in ein ihn tragendes Zahnradsegment greifende Zahnstange *i*,

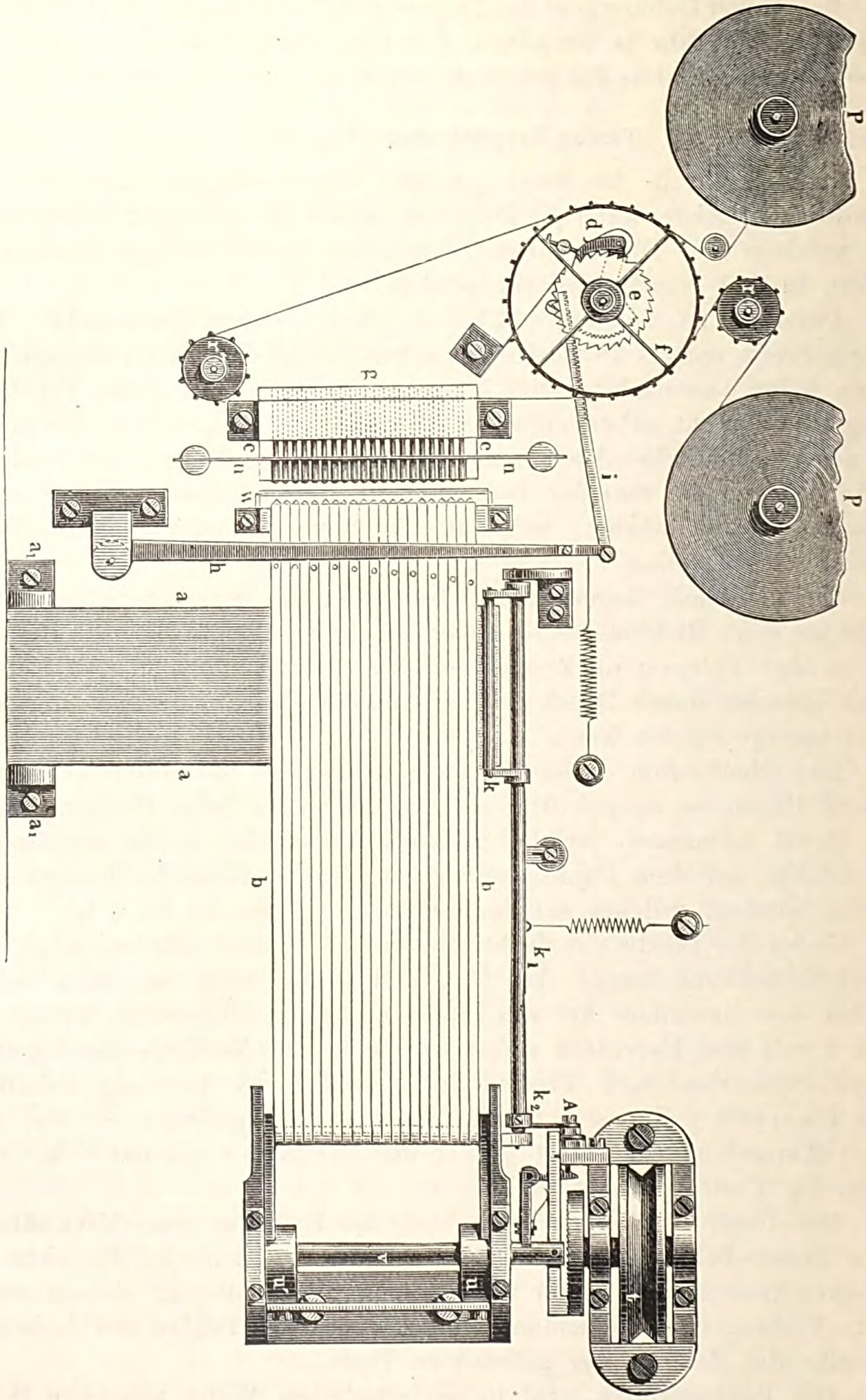


Fig. 123.

welche selbst wieder am Ende des Hebels *h* befestigt ist, über die nöthige Anzahl von Zähnen weggezogen werden kann.

Der Hebel *h* läuft nämlich in geringem Abstande über sämmtliche Stosshebel fort, und in diesen stecken kurze nach oben stehende Stifte, welche in den Bereich des Hebels kommen und bei ihrer horizontalen Bewegung ihn mitnehmen, sobald sie gehoben sind, sonst aber unter ihm weggehen.

Da nun sämmtliche Stifte einen gleich grossen Weg beschreiben, so wird der Hebel *h* um einen um so grösseren Winkel gedreht werden, der Sperrkegel des Stiftenrades wird um so mehr Zähne fassen, je näher der letzte der gehobenen Stosshebel dem Drehpunkte von *h* liegt.

Die Stosshebel werden, der Natur der Lochschrift entsprechend, stets in gerader Anzahl gehoben; es trägt mithin immer nur der zweite derselben einen Stift, und die Verhältnisse sind so bestimmt, dass der Sperrkegel um einen Zahn mehr fasst, der Papierstreifen also um 6 mm weiter gezogen wird, wenn ein Stift mehr gehoben ist. Dementsprechend wird aber auch das mit einem Spiele zu stempelnde Zeichen um je 6 mm breiter ausfallen, so dass also die Buchstaben mit ihren richtigen Zwischenräumen in das Papier gelocht werden.

Der Zwischenraum zwischen zwei Wörtern wird durch Drücken der Taste ohne Zeichen erzeugt, deren Blech nur die Axe *v* einlöst. Der erste Stosshebel, dem kein Stempel gegenübersteht, und dessen Stift länger ist als der der andern, drückt dann in passender Weise gegen den Hebel *h*.

Apparate zur mechanischen Abtelegraphirung der gelochten Streifen.

Solche Apparate wurden sowohl für Verwendung von Magneto-Induktionsströmen, als auch für Batterieströme eingerichtet.

Einen Apparat ersterer Art zeigt Fig. 124 in der vorderen Ansicht. Der Stromerzeuger ist eine Magneto-Induktionsmaschine von unserer bereits bekannten Konstruktion.

Der cylindrische Anker *a* ist in der Richtung seiner Axe mit umsponnenem Kupferdraht umwickelt und wird zwischen den Polen einer Reihe von neben einander aufgestellten Hufeisenmagneten *m* rasch gedreht. Bei jeder Umdrehung liefert er zwei Stromimpulse von verschiedener Richtung.

Die Axe *x*, welche vermittelst der Kurbel *k* gedreht wird, trägt am einen Ende das in den Trieb des Induktors eingreifende Zahnrad *z*, am andern die isolirt aufgesteckte Stiftenwalze *f*, welche das Fortziehen des gelochten Streifens besorgt, indem sich, wie bei den vorbeschriebenen Apparaten, ihre Stifte in die Löcher der Mittelreihe einlegen.

Die Zahnradübersetzung ist so angeordnet, dass, so oft die Walze *f* an ihrem Umfange um einen Stift — also um 6 mm — fortrückt, sich der Anker des Induktors einmal umdreht.

Seitlich von den Führungsstiften, in dem nämlichen Schnitte, um welchen sich die Schriftlochreihe des Streifens legt, wird die Walze von

je 3 zu 3 mm von dem Metallstift *e* federnd berührt, und zwar stets in dem Momente, in welchem der gleichzeitig vom Induktor ausgehende Strom sein Maximum erreicht hat.

Der Stift *e* bildet das Ende einer am zweiarmigen Hebel *h* befestigten Feder, auf dessen anderes Ende das auf die Axe des Ankers

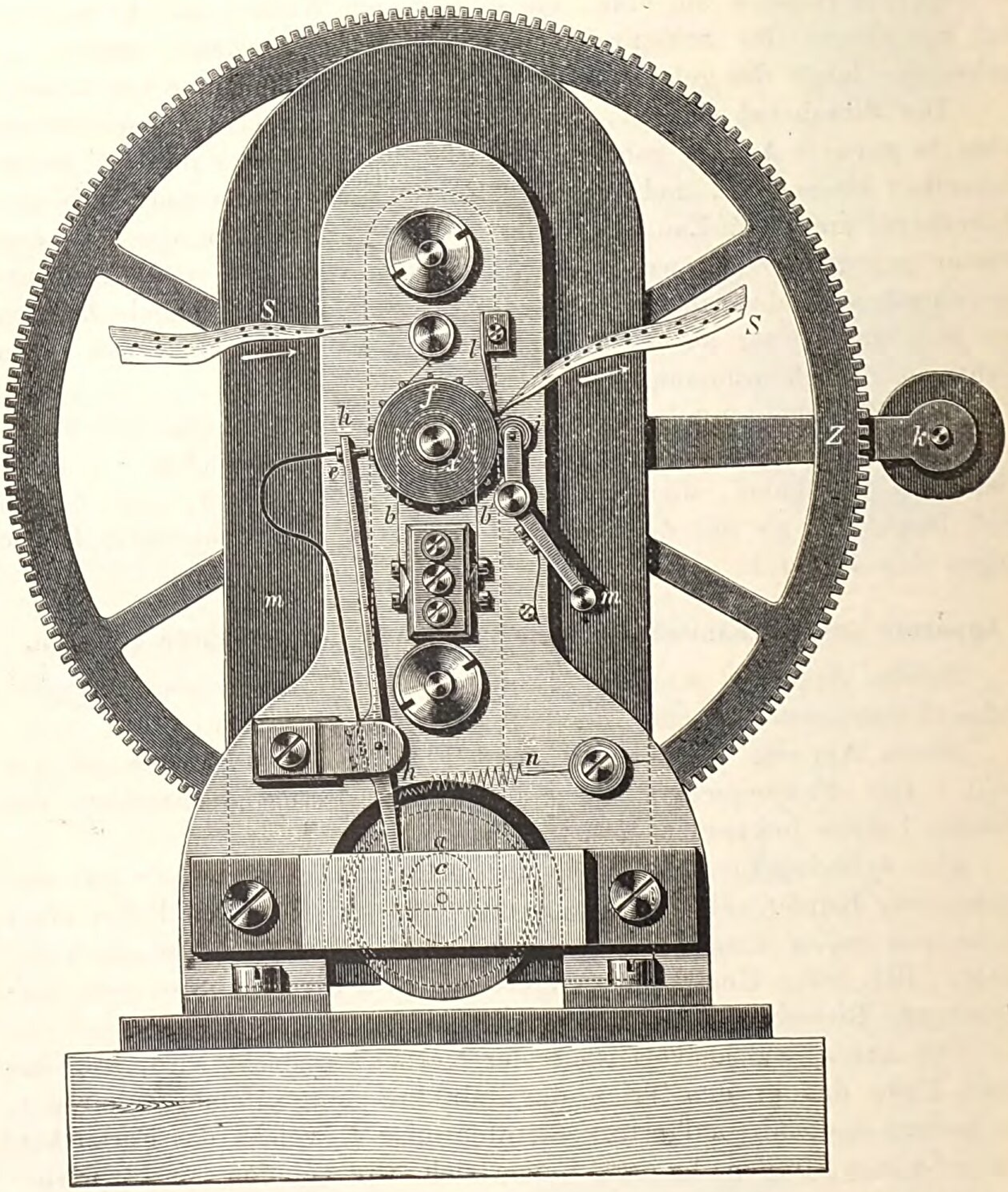


Fig. 124.

isolirt aufgeschobene Oval *c* wirkt und diesem und damit dem Stift *e* gedachte hin- und hergehende Bewegung ertheilt.

Das eine Ende des Induktordrahtes steht durch den Körper des Apparates mit der Erde, das andere mit dem Oval und durch dieses

mit dem isolirten Hebel *h* in metallischer Verbindung. Die Telegraphenleitung ist durch die Schleiffedern *b*, *b'* zur Stiftenwalze *f* geführt.

So oft also der Stift *e* das Metall der Walze *f* berührt, wird ein Strom des Induktors in die Leitung gesandt. Ist jedoch ein Streifen eingelegt, so kann der Strom nur dann auftreten, wenn der Stift *e* in ein Loch der Zeichenreihe einfällt. Andernfalls legt sich letzterer auf das Papier und die Leitung bleibt durch dasselbe unterbrochen.

Die Walze *f* ist nun so auf der Axe befestigt, dass der Stift *e* sie stets das zweitemal neben einem Führungsstifte berührt, und die Schaltung ist so, dass der dabei vermittelte Strom am polarisirten Schwarzschreiber der entfernten Station das Anlegen des Farberöllchens an den Papierstreifen besorgt. Die Richtung dieses Stromes sei mit (+) bezeichnet.

So oft also ein neben einem Führungsloche liegendes Loch der Schriftreihe unter dem Stift *e* vorbeigeht, vermittelt dieser in dasselbe einfallend den Beginn eines Zeichens. Folgt nun nach 3 mm ein zweites Loch, so wird der dadurch vermittelte (—)-Strom den Hebel des Farberöllchens bei rascher Drehung des Induktors sofort wieder abziehen und ein Punkt ist fertig.

Folgt jedoch das nächste Loch erst nach 9 mm, so kann erst bei der nächstfolgenden Umdrehung des Ankers *a* der (—)-Strom auftreten. Das Farberöllchen bleibt also länger am Streifen liegen und hinterlässt einen Strich.

Demzufolge vermitteln also zwei aufeinander folgende Löcher des Abgebestreifens ein Zeichen, wenn das erste derselben neben einem Loche der Mittelreihe liegt, einen Zwischenraum, wenn es seitlich zwischen zwei Mittellöchern liegt. Die Entfernung der Schriftlöcher muss immer ein ungerades Vielfache von 3 mm betragen. Bei gleichmässiger Drehung ist die Länge des vermittelten Zeichens oder Zwischenraums der Entfernung der betreffenden Löcher proportional.

Statt des oscillirenden Stiftes *e* kann auch eine ruhende Feder den Stromschluss bewerkstelligen, welche mit ihrer Spitze die Schriftreihe des Streifens federnd überstreicht und in die Löcher derselben einfällt. Besonders geeignet hierzu sind mehrere, zu einem Bündel vereinigte Stahlnadeln, welche mit ihren Spitzen die Löcherreihe pinselartig überstreichen.

Ferner kann der Apparat so konstruirt werden, dass er statt durch Drehen an einer Kurbel, mittels Schwungrad und Trittbrett in Thätigkeit gesetzt wird. Statt der Zahnrad-Uebersetzung käme dann ein Schnurlauf in Anwendung und die Drehung des Ankers würde auf die Stiftenwalze mittelst Schraube ohne Ende übertragen.

Apparat zur Abtelegraphirung der gelochten Streifen bei Anwendung von Batterieströmen (Fig. 125 u. 126).

Sollen statt der Magneto-Induktionsströme Batterieströme zum Telegraphiren verwendet werden, so wäre an Stelle des Induktors eine Batterie in den Stromlauf einzuschalten. Ausserdem müsste der von ihr ausgehende Strom durch einen besonderen mechanisch bewegten

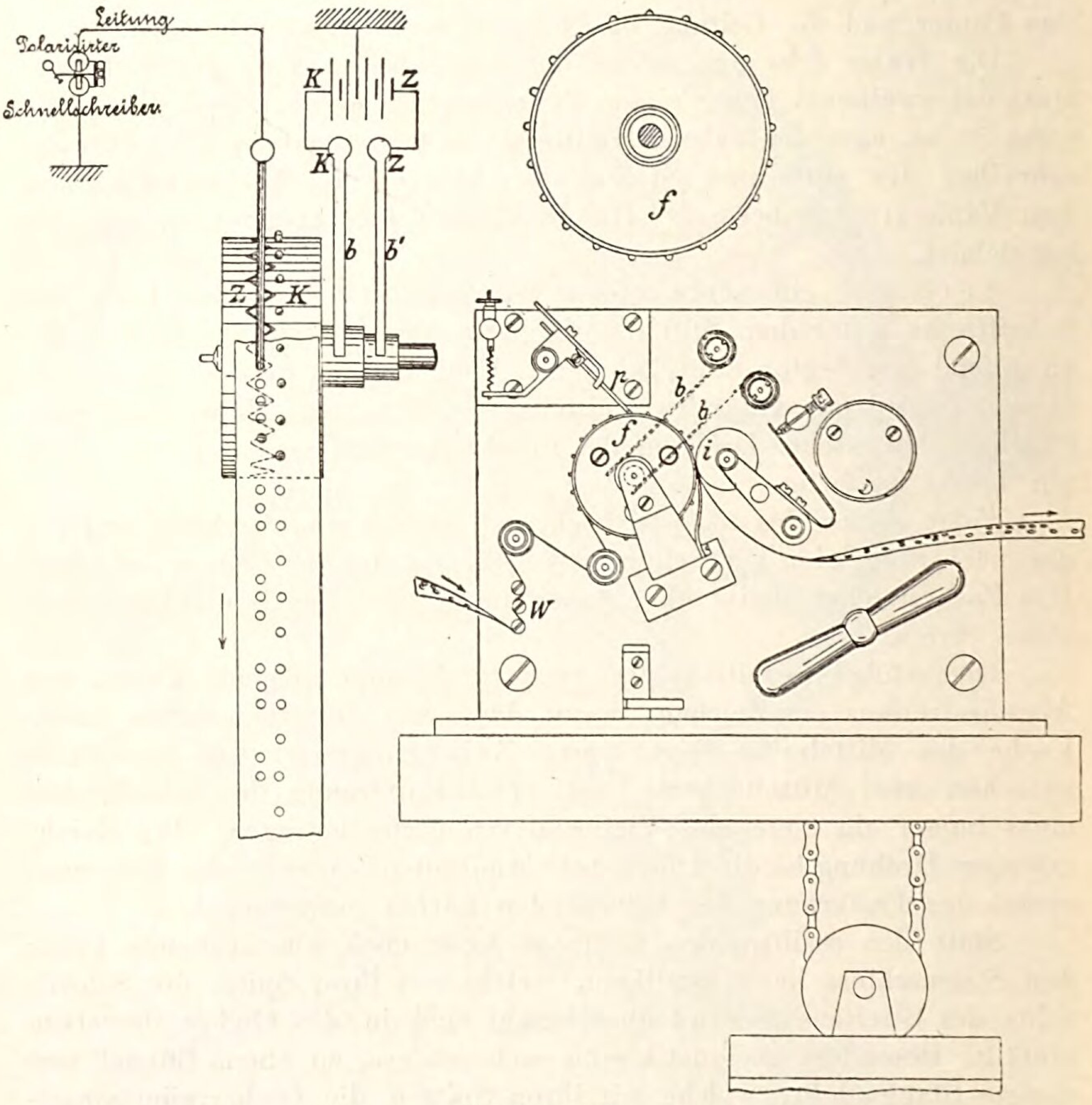


Fig. 125 u. 126.

Kommutator je zweimal gewechselt werden, so oft sich die den gelochten Streifen führende Walze an ihrer Peripherie um die Entfernung zweier Stifte dreht.

Um den besonderen Kommutator zu vermeiden, wurde bei dem zur Verwendung von Batterieströmen eingerichteten Zeichengeber die Stiftenwalze *f* selbst, welche in der äusseren Form der des vorbeschriebenen Apparates vollkommen gleicht, aus zwei von einander isolirten

Theilen *K*, *Z* (Fig. 125) gefertigt. Diese greifen in der Cylinderfläche der Walze, ohne sich zu berühren, derart zickzackförmig in einander, dass stets zwei dicht neben einander liegende Löcher der Schriftreihe auf je einen der Theile zu liegen kommen.

Zur Vermittlung des Stromes dient der schon beschriebene Stahlpinsel *p* (Fig. 126), welcher vom Gestelle des Apparates isolirt und mit der Leitung verbunden ist.

Ueberstreicht er ein neben einem Führungsstifte liegendes Loch der Zeichenreihe, so stellt er die Verbindung der Telegraphenleitung mit dem einen Theile *K*, bei Ueberstreichung der dazwischen liegenden Löcher die mit dem zweiten Theile *Z* der Walze her.

Der erste *K* der beiden Theile steht nun mit dem Kupferpole einer galvanischen Batterie, der zweite *Z* mit dem Zinkpole einer zweiten, gleich starken Batterie in Verbindung. Die andern Pole der beiden Batterien sind zur Erde geführt.

Die Wirkungsweise des Apparates ist also genau die nämliche wie die des vorbeschriebenen. Da im Vergleich mit diesem der Induktor wegfällt und die Bewegung der Stiftenwalze nur geringe Kraft erfordert, so kann der Apparat, statt mittels Kurbel oder Tretrad, durch ein Uhrwerk mit Gewichttrieb und Windfang im Gange erhalten werden.

Hat der Telegraphist den die Depesche in Form einer Löcherreihe enthaltenden Streifen eingelegt und das Uhrwerk ausgelöst, so erfolgt die Abgabe der Depesche ohne weiteres Zuthun von seiner Seite.

Apparate zum Empfangen der Schrift.

A. Der Schreibapparat (Fig. 127).

Der Schreibapparat ist ein polarisirter Farbschreiber mit einem

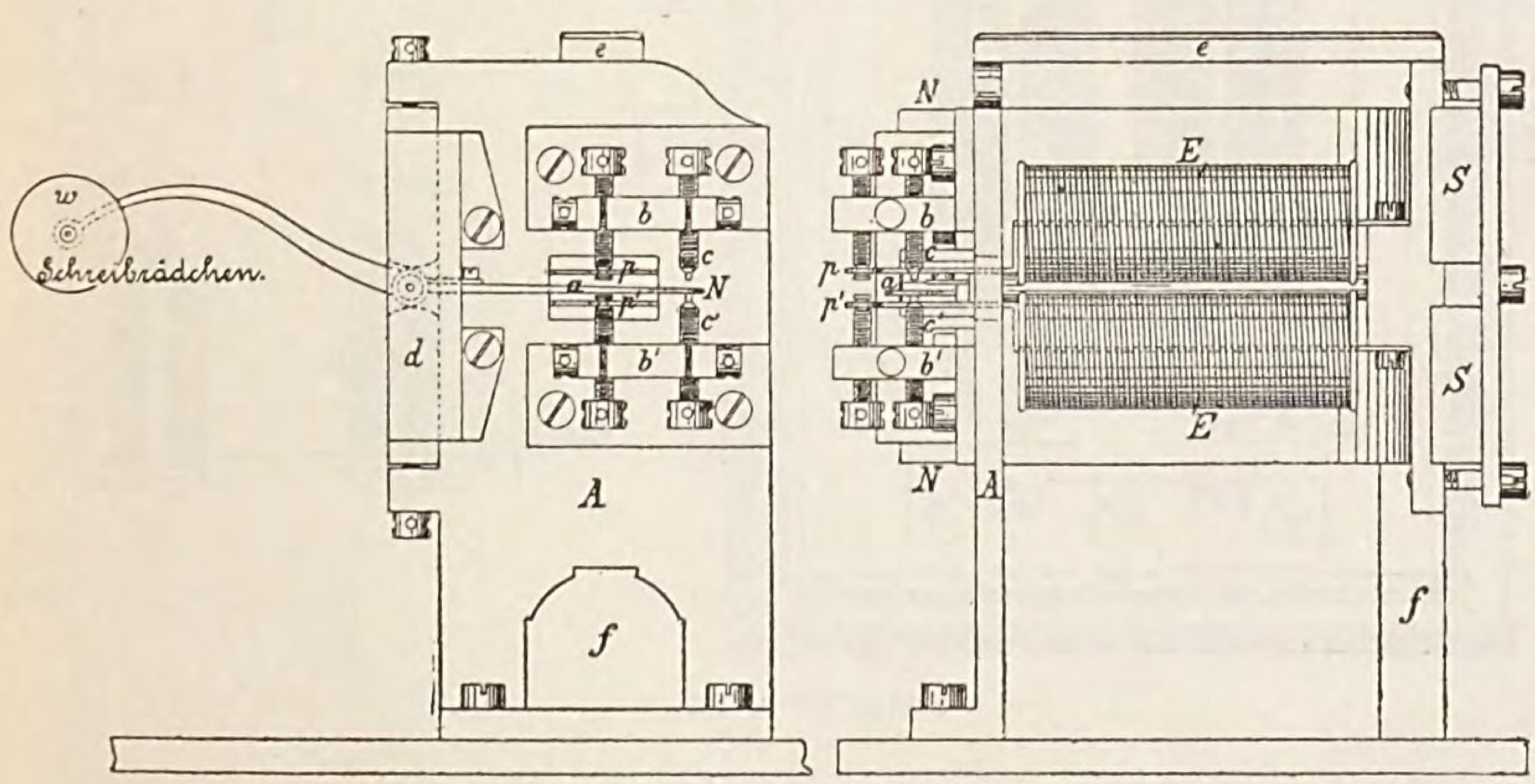


Fig. 127.

neuen Magnetsystem, das ihn befähigt, fast unbegrenzt schnell und

doch sicher arbeiten zu können. Statt der runden hohlen Eisenkerne sind hier solche aus Eisenblech angewendet worden. Diese Blechkerne halten nur sehr geringen remanenten Magnetismus und wechseln ihre Pole bedeutend schneller als solche mit mehr Masse. Die Pole p, p' des Elektromagnets sind mittels zweier Schrauben verstellbar, während die Schrauben c, c' die Bewegung des Ankers a begrenzen. Der Anker, der an seinem linken Ende das Schreibrädchen w trägt, ist äusserst leicht gearbeitet; das Rädchen w besteht aus Aluminium. Da bei dieser Einrichtung die Trägheit der Masse sehr gering ist, kann auch eine sehr schnelle Bewegung der Theile erfolgen. Im Uebrigen gleicht der Apparat den polarisirten Farbschreibern unserer Konstruktion.

B. Das Relais (Fig. 128 u. 129).

Das Relais ist ein doppelt polarisirtes mit ebenfalls blechförmigen Elektromagnetkernen und Ankern. Fig. 128 zeigt den Grundriss, Fig. 129 das Schema des Apparates. Wie aus letzterem ersichtlich, bilden die beiden nach hinten verlängerten Arme e, f mit den Anschlagschrauben einen Stromwender. Ankommende Wechselströme haben

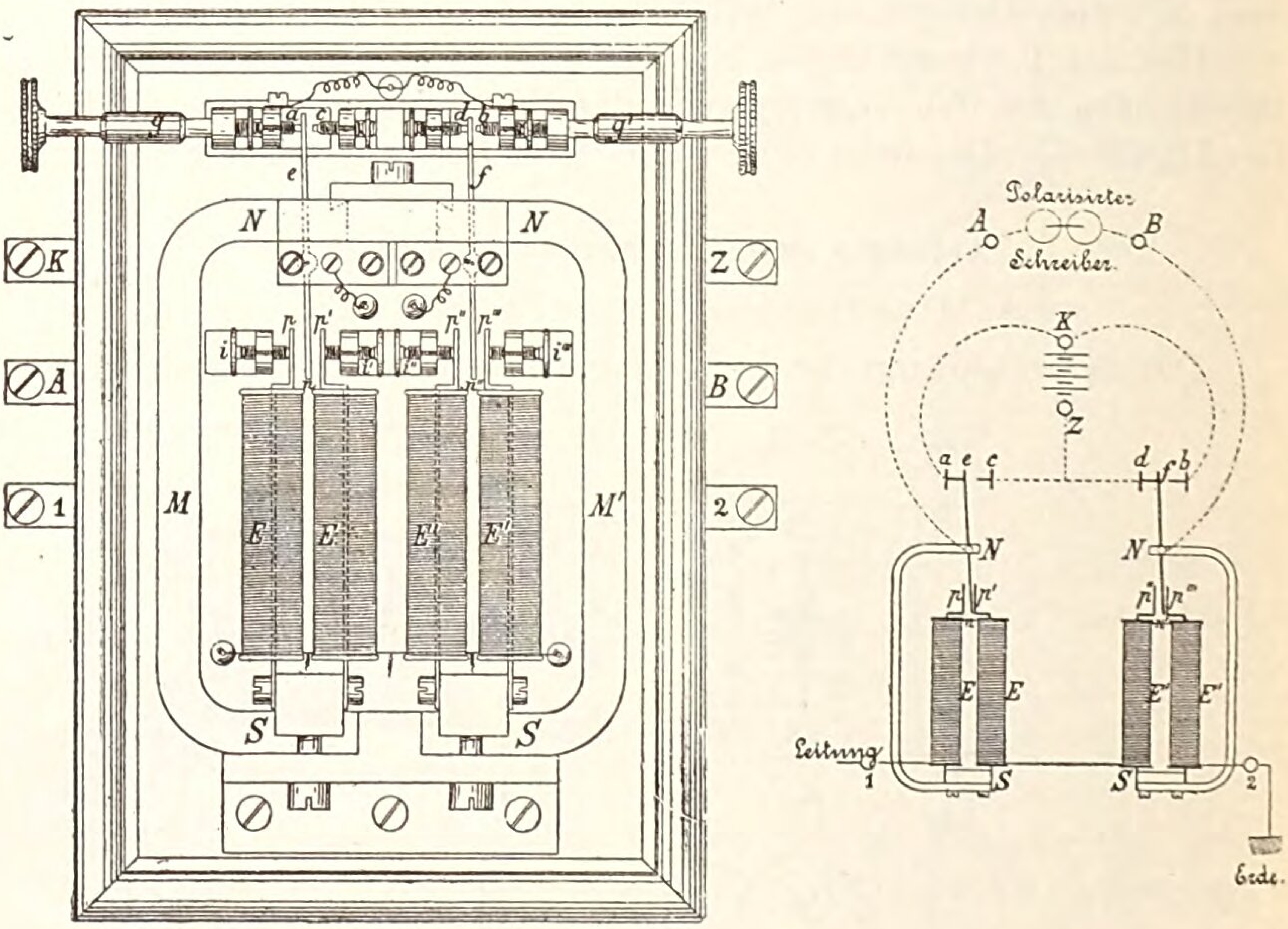


Fig. 128 u. 129.

eine alternirende Bewegung der Anker zur Folge, durch welche wiederum ein Stromwechsel in der Linie L, 1, 2, E hervorgebracht wird. In Fig. 128 haben die permanenten Magnete M, M' bei N Nord- und bei

S Südmagnetismus, daher sind auch die Ankerzungen n, n'' nordmagnetisch. Da Wechselströme der Linie L, E in den Polen p, p', p'', p''' abwechselnd Süd- und Nordmagnetismus bilden, werden die Nordzungen n, n'' immer nach dem jedesmaligen Südpole der Elektromagnete E, E' bewegt. Dadurch legen sich die Arme e und f beziehlich an die Kontaktschrauben a und d oder c und b. Die Schrauben a, b stehen mit dem Kupferpol, die Schrauben c, d mit dem Zinkpol der Batterie in Verbindung. Liegen die Anker n, n'' an a und d, so geht der Strom der Batterie vom Kupfer aus nach links durch den Apparat A, während er nach rechts hin den Apparat durchläuft, wenn n, n'' an den Schrauben c und b liegen. — Durch die Schrauben g, g' können die Anker n, n'' genau in die Mitte ihrer Pole p, p' und p'', p''' gestellt werden, während die Stellschrauben i, i', i'', i''' dazu dienen, die Pole gegenseitig einander zu nähern oder von einander zu entfernen.

Das Universal-Galvanometer.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 15, S. 1.)

1868.

Messungen der galvanischen Faktoren: der Stromstärke, des Widerstandes und der elektromotorischen Kraft von Batterien sind Arbeiten, welche gegenwärtig nicht mehr ausschliesslich dem Physiker von Fach obliegen, sondern auch, und sogar weit häufiger, vom Telegraphen-Techniker ausgeführt werden müssen. Wenn diese Arbeiten an sich schon eine grössere Sorgfalt und Umsicht fordern, so ist doch besonders störend, namentlich für den Techniker, die Vielzahl der Apparate und Instrumente, die man bis jetzt dabei zu benutzen pflegte, wo im Allgemeinen jede der gedachten Operationen ein anderes, besonders dazu eingerichtetes Instrument erforderte, das wieder seine eigene, durch besondere Versuche erst zu bestimmende Konstante hat.

Es war wünschenswerth, ein einziges Instrument zu besitzen, welches so eingerichtet und mit den nöthigen Widerständen ausgerüstet ist, dass es nach Bedürfniss zu jeder der drei gedachten Operationen dienen kann.

Nach diesem Gesichtspunkt ist das nachstehend beschriebene Universal-Galvanometer konstruirt.

Es ist ein empfindliches Galvanometer, das auf seinem Untergestell in horizontaler Ebene drehbar ist, so dass es als Sinusbussole benutzt werden kann, verbunden mit einer Wheatstone'schen Brücke, deren Draht aber nicht geradlinig, sondern in einem Kreise ausgespannt ist, und versehen mit den zur Widerstandsmessung erforderlichen Maasseinheiten.

Zur Messung von Stromstärken wird das Instrument einfach als Sinusbussole benutzt.

Die Messung der elektromotorischen Kraft geschieht nach der von Prof. E. du Bois-Reymond angegebenen Modifikation der Poggendorff'schen Kompensationsmethode, wobei der Brückendraht als Ago-

meter dient. Für die Widerstandsmessung wird das Instrument als Wheatstone'sche Brücke benutzt.

Um grosse wie kleine Widerstände mit ausreichender Schärfe messen zu können, sind drei verschiedene Maasseinheiten beigegeben von den Werthen 1, 10 und 100 Siemens-Einheiten (bisweilen auch von 10, 100 und 1000 S. E.).

Die Wahl dieser Werthe der Maasseinheiten erscheint um so mehr gerechtfertigt, als auf der im Sommer d. J. in Wien abgehaltenen inter-

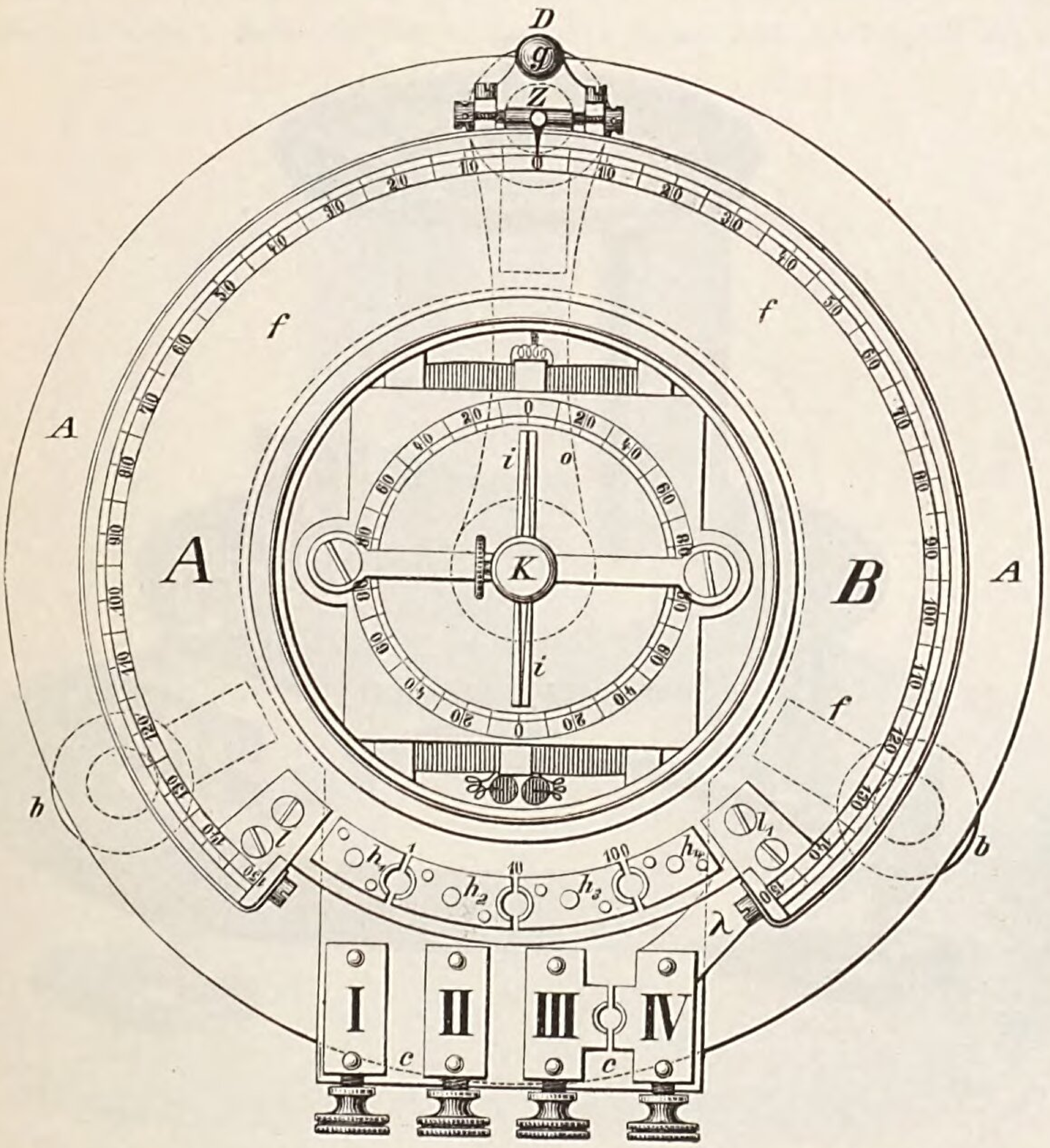


Fig. 130.

nationalen Telegraphen-Konferenz die Siemens'sche Widerstands-Einheit für den allgemeinen internationalen Verkehr officiell adoptirt worden ist.

Fig. 130 zeigt die Oberansicht, Fig. 131 die Seitenansicht des Instrumentes.

A ist eine auf drei Stellschrauben *b*, *b* stehende, kreisförmige Platte von polirtem Holz. In ihrem Centrum ist ein Metalllager eingelassen, in welchem ein das ganze eigentliche Instrument tragender, vertikaler

Zapfen ruht, der darin eine sehr sichere Führung findet, so dass das Instrument um diesen Zapfen leicht, aber ohne alles Schlottern und ohne seine horizontale Lage zu verlieren, wenn dieselbe einmal hergestellt worden, sich drehen lässt. An diesem Zapfen sitzt zunächst eine etwa 1 Zoll dicke, mit dem Fortsatze *c* versehene, kreisförmige Scheibe von polirtem Holz, in deren Umfang eine Nuth zur Aufnahme der Widerstandsdrähte eingedreht ist. Der Fortsatz *c* trägt vier isolirte, mit Klemmschrauben versehene und mit I, II, III und IV be-

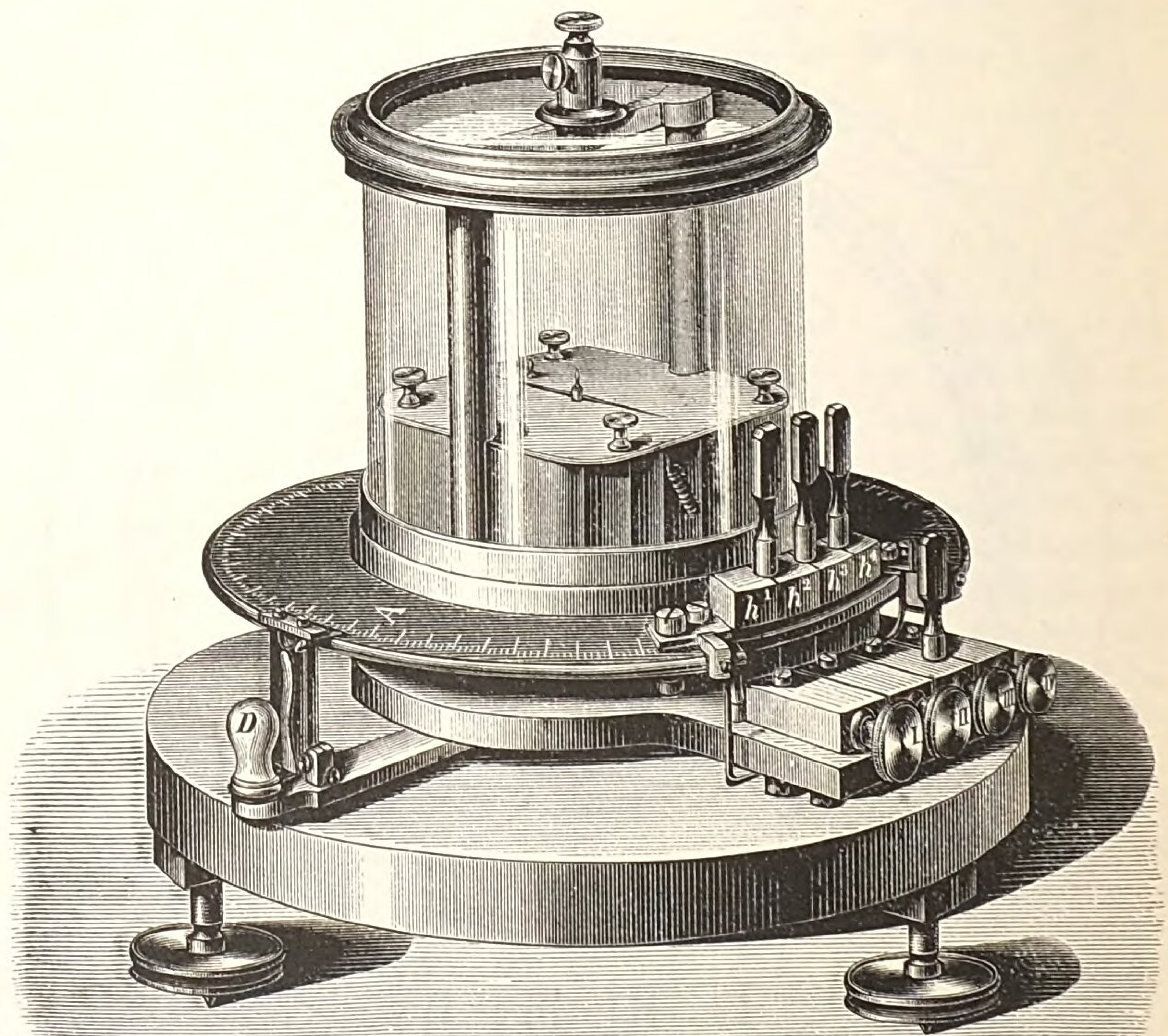


Fig. 131.

zeichnete Metallschienen, wie Fig. 130 zeigt. Die Schienen III und IV können durch einen Stöpsel mit einander verbunden werden. Ueber der zuletzt erwähnten Holzscheibe liegt eine etwas grössere, genau kreisrund gedrehte, über dem Fortsatz *c* aber etwas ausgeschnittene Scheibe von Schiefer, und diese trägt in der Mitte das Galvanometer und vor demselben, längs des Ausschnittes, vier isolirte Metallschienen h_1, h_2, h_3, h_4, welche durch Stöpsel mit einander verbunden werden

können und an welche die Enden der Widerstandsdrähte geführt sind, wie Fig. 132 zeigt.

Das Galvanometer bietet in seiner Einrichtung nichts Ungewöhnliches; es hat ein an einem Coconfaden aufgehängtes astatisches Nadelsystem und einen flachen Multiplikatorrahmen mit feinem Draht; bei dem uns augenblicklich vorliegenden Exemplare enthält derselbe 482 Windungen im Widerstande von 10 S. E. Die Nadel i schwingt über einem auf Karton gedruckten, nach Graden getheilten Limbus; da aber beim Gebrauche des Instrumentes nie die Nadelablenkung abgelesen, sondern stets die Nadel auf den Nullpunkt zurückgeführt wird,

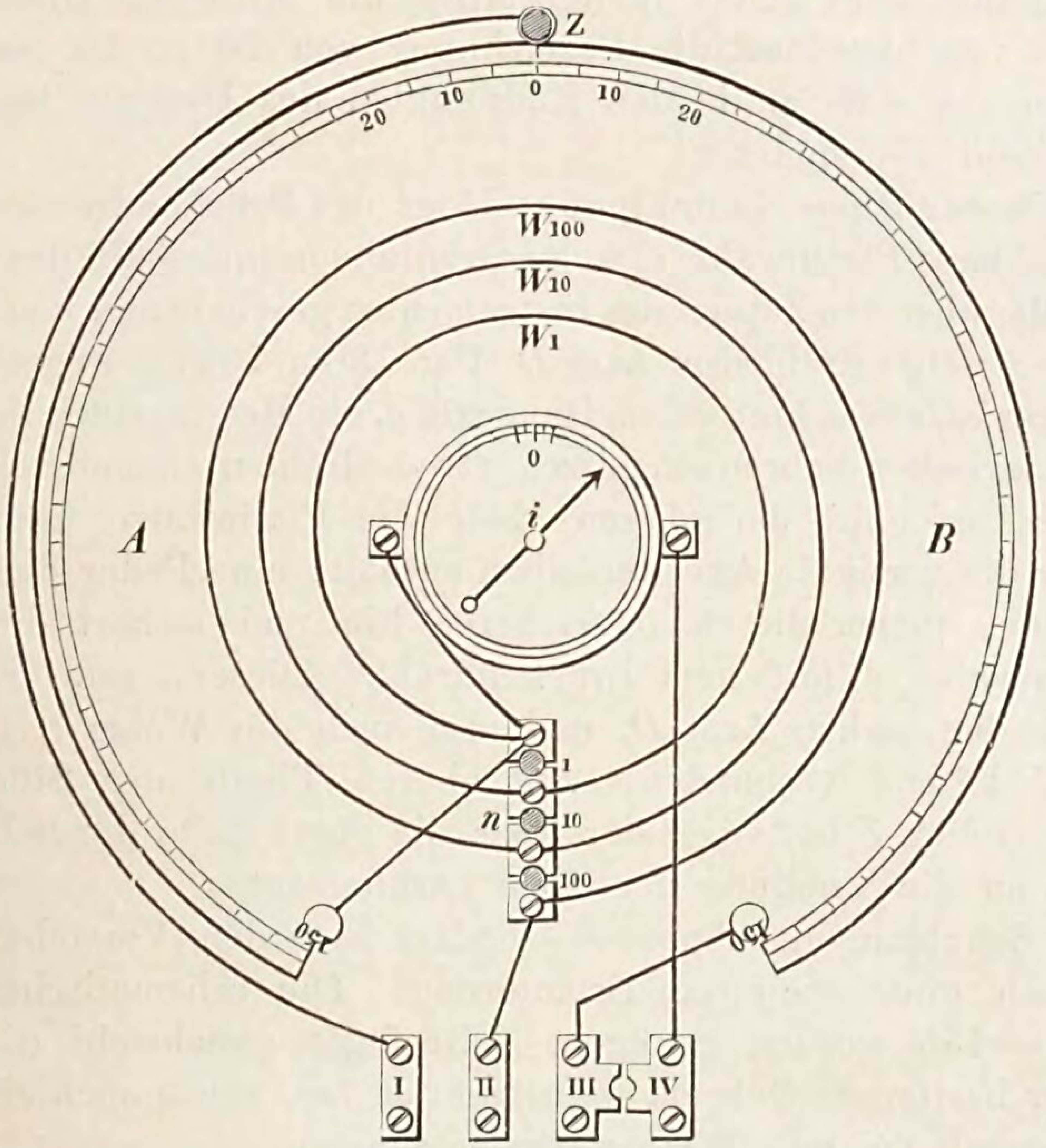


Fig. 132.

so befinden sich zu beiden Seiten dieses Punktes, etwa bei den Theilstrichen 20°, elfenbeinerne Hemmstifte. Der Knopf K, an welchem der Coconfaden befestigt ist, trägt ferner auch einen kleinen drehbaren Richtmagnet. Das eine Ende der Umwindungen ist, wie aus Fig. 132 ersichtlich, an die erste der auf der Schieferplatte stehenden Schienen h_1, das andere Ende an die Schiene IV geführt.

In die etwas abgerundete Peripherie der Schieferplatte ist eine feine Nuth eingedreht, in welcher, straff gespannt, der Brückendraht (aus Platin oder aus Neusilber) so liegt, dass sein äusserer Umfang noch etwas aus dem Schiefer hervorragt. Seine Enden sind an 2 an

der Schieferplatte befestigte, genau an die Seitenflächen des Ausschnitts derselben sich anlegende Messingplatten l und l_1 angelöthet. Die eine dieser Platten, l, ist mit der Schiene h_1, die andere aber mit der Schiene III durch dicke Kupferdrähte oder Blechstreifen leitend verbunden. Schiefer wurde für die Scheibe f deshalb gewählt, weil dies Material erfahrungsmässig am wenigsten empfindlich gegen Aenderungen der Temperatur und der Witterungsverhältnisse ist. Auf der Oberseite der Schieferplatte ist der Umfang derselben von Ausschnitt zu Ausschnitt mit einer Theilung versehen, und zwar ist der Bogen zwischen den beiden Ausschnitten in 300 gleiche Theile getheilt. Der Nullpunkt liegt genau in der Mitte, der Mitte des Drahtes gegenüber, und von hier läuft die Bezeichnung von 10 zu 10 nach beiden Seiten hin, so dass an beiden Endpunkten des Drahtes bei l und l_1 sich die Zahl 150 findet.

Den beweglichen Kontaktpunkt längs des Brückendrahtes bildet die kleine drehbare Platinwalze e, welche von einem unterhalb der drehbaren Holzscheibe über den Zapfen des Instrumentes geschobenen und um diesen leicht aber sicher drehbaren Arm D (Fig. 130 u. 131) getragen wird. An diesem Arm ist, etwas hinter dem Handgriff g, ein Messingstück in vertikaler Stellung, zwischen Schraubenspitzen etwas drehbar, angebracht, welches in einem Ausschnitt am oberen Ende die Platinwalze trägt und die Lager für die vertikale Axe derselben enthält; eine Feder drückt dieses Messingstück gegen die Schieferscheibe hin und sichert den Kontakt der Platinwalze e mit dem Brückendraht. Dieser, von den übrigen Apparattheilen isolirte Arm D, und also auch die Walze e, ist mit der Schiene I leitend verbunden. Am oberen Theile des Stückes d ist ferner ein Index Z befestigt, der über die obere Seite der Schieferplatte bis dicht an die Theilung derselben herüberragt.

Die Benutzung des Apparates bedarf nach dem Vorstehenden wohl kaum noch einer weiteren Erläuterung. Die schematischen Skizzen Fig. 133 — 138 werden genügen. Wir fügen gleichwohl die für den Techniker bestimmte Gebrauchs-Instruktion bei, sowie auch eine Tabelle zum Gebrauch bei den Widerstandsmessungen.

In Bezug auf Einrichtung der letzteren noch einige Worte. Wie aus Fig. 133 erhellt, ist das Verhältniss zwischen dem gesuchten Widerstande x und der Maass-Einheit n, wenn die Ablesung α auf die linke, mit A bezeichnete Seite der Schieferplatte fällt:

$$x : n = 150 + \alpha : 150 - \alpha$$

$$\text{also } x = \frac{150 + \alpha}{150 - \alpha} \cdot n.$$

Dagegen ergiebt sich:

$$x = \frac{150 - \alpha}{150 + \alpha} \cdot n$$

wenn die Ablesung α auf der rechten, mit ***B*** bezeichneten Hälfte der Schieferplatte liegt.

Die Werthe dieser beiden Brüche zeigt die Tabelle in den mit ***A*** und ***B*** überschriebenen Spalten für die verschiedenen, um 0,5 fortschreitenden Werthe von α.

Tabelle zum Universal-Galvanometer.

Ablesung α	A $\frac{150+\alpha}{150-\alpha}$	B $\frac{150-\alpha}{150+\alpha}$	Ablesung α	A $\frac{150+\alpha}{150-\alpha}$	B $\frac{150-\alpha}{150+\alpha}$	Ablesung α	A $\frac{150+\alpha}{150-\alpha}$	B $\frac{150-\alpha}{150+\alpha}$	Ablesung α	A $\frac{150+\alpha}{150-\alpha}$	B $\frac{150-\alpha}{150+\alpha}$
145	59,00	0,017	122,5	9,91	0,101	100	5,00	0,200	77,5	3,14	0,319
144,5	53,55	0,019	122	9,72	0,103	99,5	4,94	0,202	77	3,11	0,322
144	49,00	0,020	121,5	9,53	0,105	99	4,88	0,205	76,5	3,08	0,325
143,5	45,15	0,022	121	9,35	0,107	98,5	4,82	0,207	76	3,05	0,327
143	41,86	0,024	120,5	9,17	0,109	98	4,77	0,209	75,5	3,03	0,330
142,5	39,00	0,026	120	9,00	0,111	97,5	4,71	0,212	75	3,00	0,333
142	36,50	0,028	119,5	8,84	0,113	97	4,66	0,215	74,5	2,973	0,336
141,5	34,29	0,029	119	8,68	0,115	96,5	4,61	0.217	74	2,947	0,339
141	32,33..	0,031	118,5	8,52	0,117	96	4,55	0,220	73,5	2,921	0,342
140,5	30,58	0,033	118	8,37	0,119	95,5	4,50	0,222	73	2,896	0,345
140	29,00	0,035	117,5	8,23	0,121	95	4,45	0,224	72,5	2,871	0,348
139,5	27,57	0,036	117	8,09	0,123	94,5	4,40	0,227	72	2,846	0,351
139	26,27	0,038	116,5	7,96	0,126	94	4,36	0,230	71,5	2,822	0,354
138,5	25,09	0,040	116	7,82	0,128	93,5	4,31	0,232	71	2,797	0,357
138	24,00	0,042	115,5	7,69	0,130	93	4,26	0,235	70,5	2,773	0,360
137,5	23,00	0,044	115	7,57	0,132	92,5	4 22	0,237	70	2,750	0,364
137	22,08	0,045	114,5	7,45	0,134	92	4,17	0,240	69,5	2,726	0,367
136,5	21,22..	0,047	114	7,33	0,136	91,5	4,13	0.242	69	2,703	0,370
136	20,43	0,049	113,5	7,22	0,139	91	4,08	0,245	68,5	2,680	0,373
135,5	19,69	0,051	113	7,11	0,141	90,5	4,04	0,247	68	2,658	0,376
135	19,00	0,052	112,5	7,00	0,143	90	4,00	0,250	67,5	2.636	0,379
134,5	18,35	0,054	112	6,89	0,145	89,5	3,96	0,253	67	2,614	0,382
134	17,75	0,056	111,5	6,79	0,147	89	3,92	0,255	66,5	2,592	0,386
133,5	17,18	0,058	111	6,69	0,150	88,5	3,88	0,258	66	2,571	0,389
133	16,65	0,060	110,5	6,59	0,152	88	3,84	0,260	65,5	2,550	0,392
132,5	16,14	0,062	110	6,50	0,154	87,5	3,80	0,263	65	2,529	0,395
132	15,67	0,064	109,5	6,41	0,156	87	3,76	0,266	64,5	2,509	0,398
131,5	15,22	0,066	109	6,32	0,158	86,5	3,72	0,269	64	2,488	0,402
131	14,79	0,068	108,5	6,23	0.160	86	3,69	0,271	63,5	2,468	0,405
130,5	14,38	0,070	108	6,14	0,163	85,5	3,65	0,274	63	2,448	0,408
130	14,00	0,071	107,5	6,06	0,165	85	3,62	0,276	62,5	2,428	0,412
129,5	13,63	0,073	107	5,97	0,168	84,5	3,58	0,279	62	2,409	0,415
129	13,28	0,075	106,5	5,89	0,170	84	3,54	0,282	61,5	2,389	0,418
128,5	12,95	0,077	106	5,82	0,172	83,5	3,51	0,285	61	2,370	0,422
128	12,64	0,079	105,5	5,74	0,174	83	3,48	0,288	60,5	2,352	0,425
127,5	12,33..	0,081	105	5,67	0,176	82,5	3,44	0,290	60	2,333	0,429
127	12,04	0,083	104,5	5,59	0,179	82	3,41	0,293	59,5	2,315	0,432
126,5	11,76	0,085	104	5,52	0,181	81,5	3,38	0,296	59	2,296	0,435
126	11,50	0,087	103,5	5.45	0,183	81	3.35	0,299	58,5	2,278	0,439
125,5	11,24	0,089	103	5,38	0,186	80,5	3,31	0,302	58	2,261	0,442
125	11,00	0,091	102,5	5,31	0,188	80	3,28	0,304	57,5	2,243	0,446
124,5	10,76	0,093	102	5,25	0,190	79,5	3,25	0,307	57	2,226	0,449
124	10,54	0,095	101,5	5,18	0,193	79	3,22	0,310	56,5	2,208	0,453
123,5	10,32	0,097	101	5,12	0,195	78,5	3,19	0,313	56	2,191	0,456
123	10,11	0,099	100,5	5,06	0,198	78	3,17	0,316	55,5	2,174	0,460

Ablesung α	A $\frac{150+\alpha}{150-\alpha}$	B $\frac{150-\alpha}{150+\alpha}$	Ablesung α	A $\frac{150+\alpha}{150-\alpha}$	B $\frac{150-\alpha}{150+\alpha}$	Ablesung α	A $\frac{150+\alpha}{150-\alpha}$	B $\frac{150-\alpha}{150+\alpha}$	Ablesung α	A $\frac{150+\alpha}{150-\alpha}$	B $\frac{150-\alpha}{150+\alpha}$
55	2,158	0,463	41	1,752	0,571	27	1,439	0,695	13,5	1,198	0,835
54,5	2,141	0,467	40,5	1,739	0,575	26,5	1,429	0,700	13	1,189	0,841
54	2,125	0,471	40	1,727	0,579	26	1,419	0,705	12,5	1,181	0,847
53,5	2,109	0,474	39,5	1,714	0,583	25,5	1,409	0,709	12	1,173	0,852
53	2,093	0,478	39	1,702	0,587	25	1,400	0,714	11,5	1,166	0,858
52,5	2,077	0,481	38,5	1,690	0,592	24,5	1,390	0,719	11	1,158	0,863
52	2,061	0,485	38	1,679	0,596	24	1,380	0,724	10,5	1,150	0,869
51,5	2,045	0,489	37,5	1,667	0,600	23,5	1,371	0,729	10	1,143	0,875
51	2,030	0,492	37	1,655	0,604	23	1,362	0,734	9,5	1,135	0,881
50,5	2,015	0,496	36,5	1,643	0,609	22,5	1,352	0,739	9	1,127	0,887
50	2,000	0,500	36	1,631	0,613	22	1,343	0,744	8,5	1,120	0,893
49,5	1,985	0,504	35,5	1,620	0,617	21,5	1,334	0,749	8	1,112	0,899
49	1,970	0,508	35	1,608	0,622	21	1,325	0,754	7,5	1,105	0,905
48,5	1,955	0,511	34,5	1,597	0,626	20,5	1,316	0,760	7	1,097	0,911
48	1,941	0,515	34	1,586	0,630	20	1,307	0,765	6,5	1,090	0,917
47,5	1,926	0,519	33,5	1,575	0,635	19,5	1,298	0,770	6	1,083	0,923
47	1,913	0,523	33	1,564	0,639	19	1,290	0,775	5,5	1,076	0,929
46,5	1,898	0,527	32,5	1,553	0,644	18,5	1,281	0,780	5	1,068	0,935
46	1,884	0,531	32	1,542	0,648	18	1,272	0,786	4,5	1,061	0,942
45,5	1,870	0,535	31,5	1,531	0,653	17,5	1,264	0,791	4	1,054	0,948
45	1,857	0,538	31	1,521	0,657	17	1,255	0,796	3,5	1,047	0,954
44,5	1,844	0,542	30,5	1,510	0,662	16,5	1,247	0,802	3	1,040	0,960
44	1,830	0,546	30	1,500	0,667	16	1,238	0,807	2,5	1,033	0,967
43,5	1,816	0,550	29,5	1,489	0,671	15,5	1,230	0,813	2	1,027	0,974
43	1,803	0,554	29	1,479	0,676	15	1,222	0,818	1,5	1,020	0,980
42,5	1,790	0,558	28,5	1,469	0,681	14,5	1,214	0,823	1	1,013	0,987
42	1,777	0,562	28	1,459	0,685	14	1,206	0,829	0,5	1,006	0,993
41,5	1,765	0,567	27,5	1,449	0,690						

Instruktion zum Universal-Galvanometer.

Das Instrument ist zu folgenden Zwecken zu benutzen:

1. Einen unbekannten Widerstand x zu finden (Fig. 133 u. 134).

 a) Die Nadel i wird durch Drehung des Galvanometers auf den Nullpunkt der kleinen Skala gebracht.

 b) Der Zeiger Z wird mittelst des Griffes g auf den Nullpunkt der grossen Skala gebracht.

 c) Das Loch zwischen Klemme III und IV ist gestöpselt.

 d) Eins der Löcher 1, 10 oder 100 ist geöffnet, und zwar eins der ersteren, wenn man es mit kleinen, das Loch 100, wenn man es mit grösseren zu vergleichenden Widerständen zu thun hat.

 e) Die beiden Enden des zu messenden Widerstandes werden an die Klemmen II und IV und

 f) die Pole KZ einiger galvanischer Elemente an die Klemmen I und II gebracht.

Es werde die Nadel i in Folge dieser Verbindung beispielsweise nach rechts abgelenkt.

Mittelst des Griffes g wird der Zeiger Z ebenfalls nach rechts hin auf die *B*Seite der Skala gedreht. Erhält man dann eine noch grössere

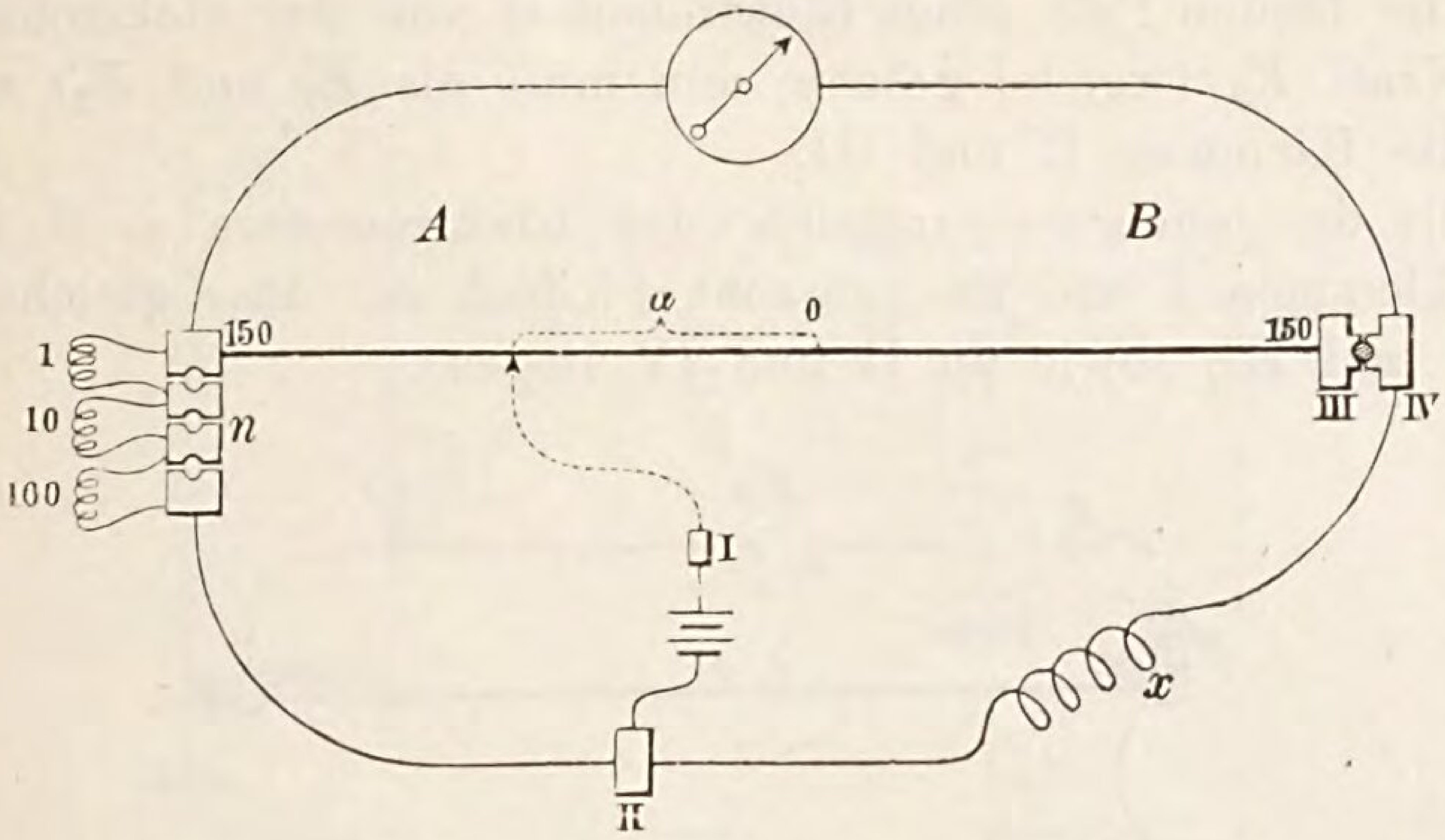


Fig. 133.

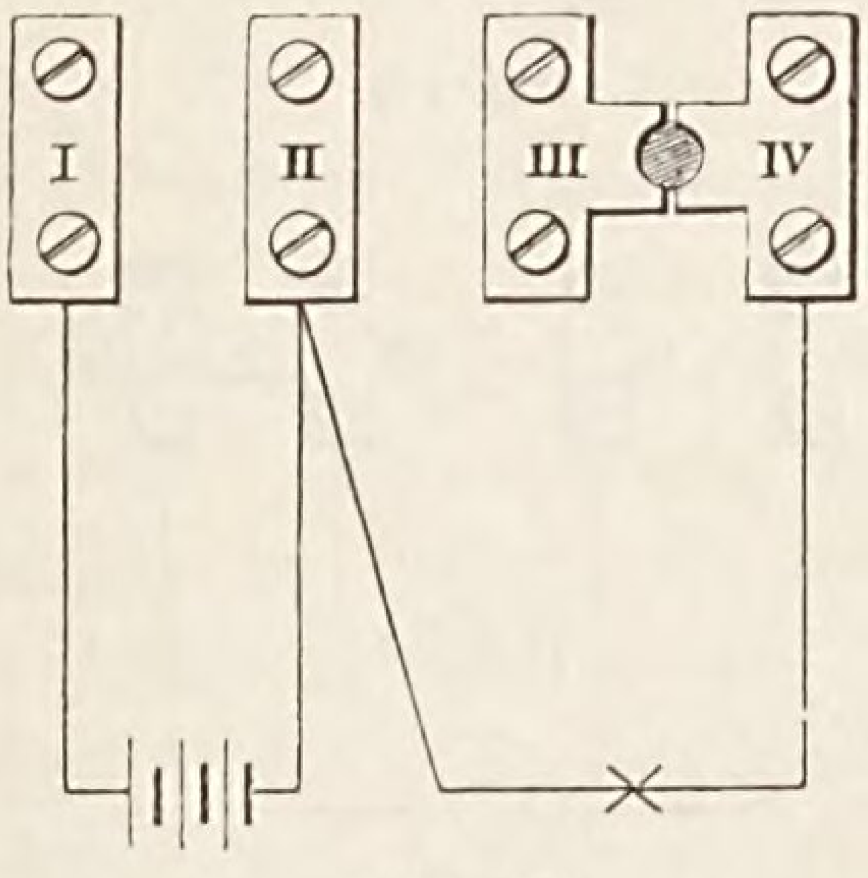


Fig. 134.

Ablenkung der Nadel i nach rechts hin, so muss man den Zeiger Z nach links über den Nullpunkt seiner Skala bewegen.

Danach nähert sich die Nadel dem Nullpunkt der Galvanometerskala, den sie durch fortgesetztes Drehen des Zeigers Z nach links erreicht.

Ist letzterer dabei z. B. auf der Zahl 50 der *A*Seite stehen geblieben, und ist bei n das Loch 100 ungestöpselt, so ergiebt sich nun folgendes Verhältniss:

$$150 - 50 : 150 + 50 = n : x \text{ oder } x = \frac{200 \cdot 100}{100} = 200 \text{ Einheiten.}$$

Für die Messung kleiner Widerstände reicht ein einziges Element aus. Zur Messung grosser Widerstände, und wenn gegen $n = 100$ gemessen wird, hat man etwa 10 Elemente anzuwenden.

2. Zwei elektromotorische Kräfte E_1 und E_2 zu vergleichen (Fig. 135 u. 136).

Die Manipulationen *a* und *b* wie bei 1.

c) Das Loch zwischen III und IV ist offen.

d) Die Löcher 1, 10, 100 sind gestöpselt.

e) Die beiden Pole eines Elektromotors von der elektromotorischen Kraft E_0 (welche grösser sein muss als E_1 und E_2) werden an die Klemmen II und III,

f) die des einen zu vergleichenden Elektromotors z. B. E_1 an die Klemmen I und IV gebracht (jedoch so, dass gleiche Pole an I und III, sowie an II und IV liegen).

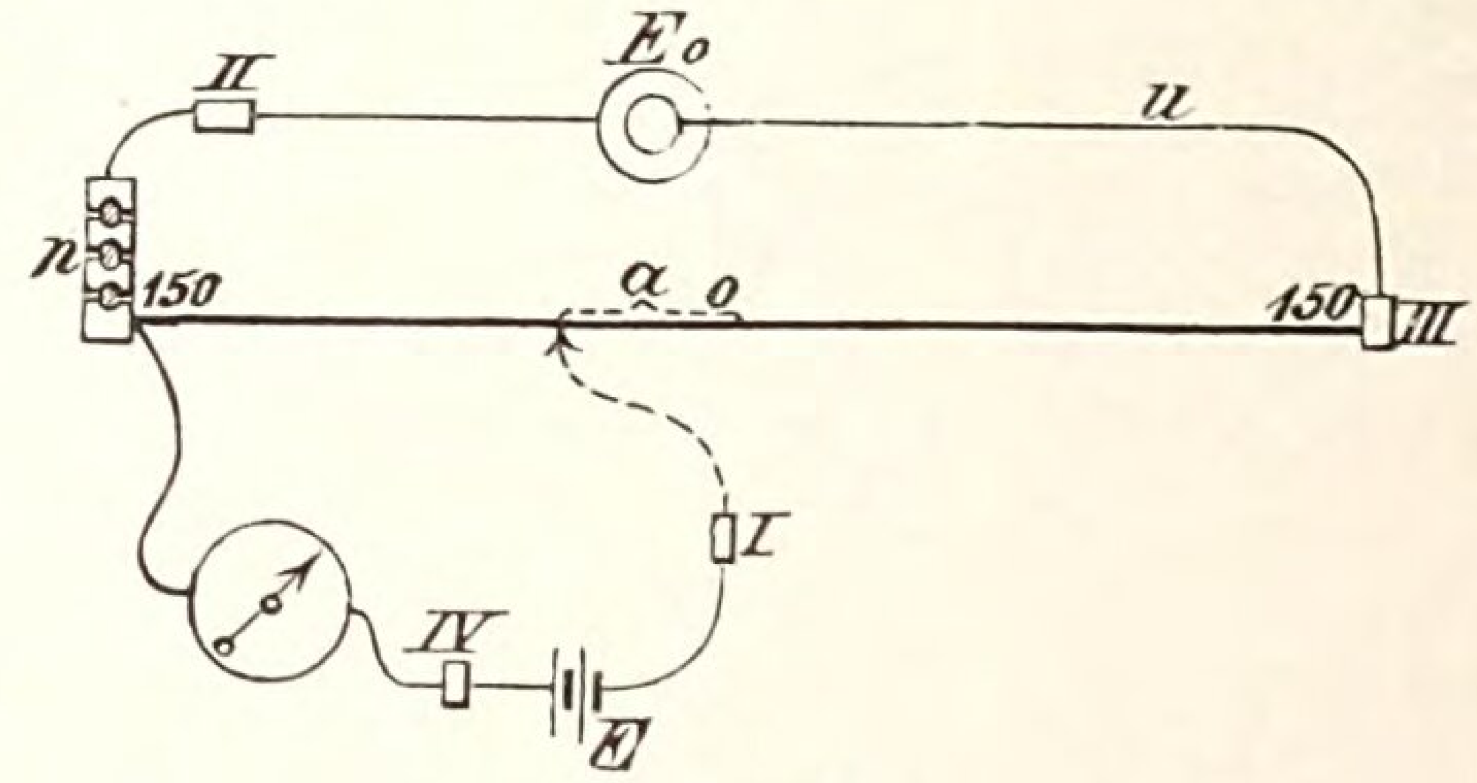


Fig. 135.

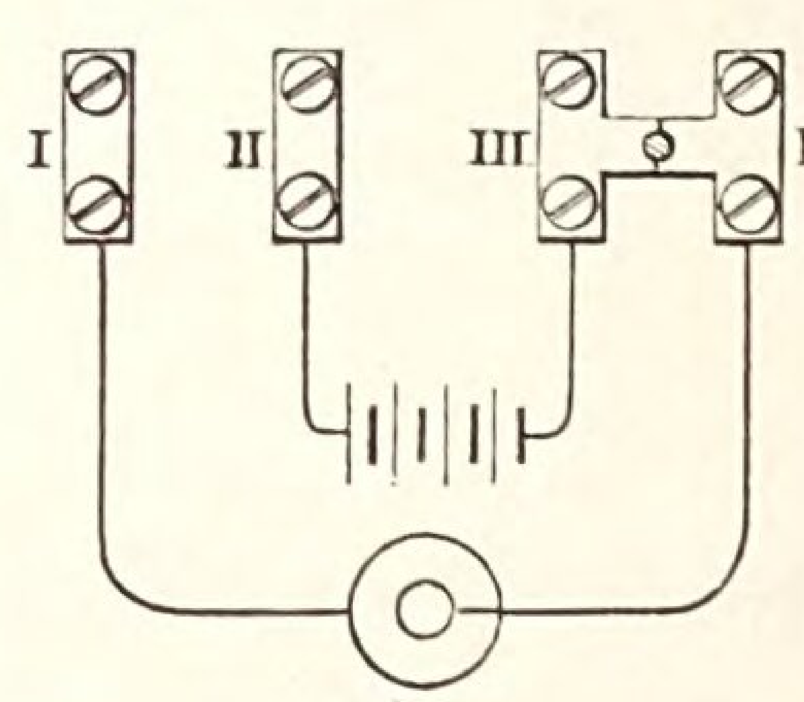


Fig. 136.

Die Nadel des Galvanometers wird abgelenkt werden. Durch Drehung des Zeigers *Z* wird man im Stande sein, bei einer bestimmten Stellung desselben sie auf Null zurückzuführen. Steht dann der Zeiger z. B. auf 30 der **A**Seite, so gilt folgende Gleichung

$$E_1 = E_0 \frac{150-30}{300+u} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wobei *u* der Widerstand der Batterie E_0 ist.

An Stelle der Batterie E_1 wird nun die Batterie E_2 eingeschaltet; die Nadel erleidet eine Ablenkung und lässt sich wieder durch Drehung des Zeigers *Z* auf Null zurückführen. Steht nunmehr der Zeiger z. B. auf 40 der **B**Seite, so gilt jetzt die Gleichung

$$E_2 = E_0 \frac{150+40}{300+u} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Aus Gleichung 1 und 2 zieht man die von u ganz unabhängige Gleichung:

$$E_1 : E_2 = (150 - 30) : (150 + 40) = 12 : 19 \quad . \quad . \quad (3)$$

Die beiden elektromotorischen Kräfte verhalten sich wie die beiden beobachteten Abstände des Zeigers von 150 der ASeite.

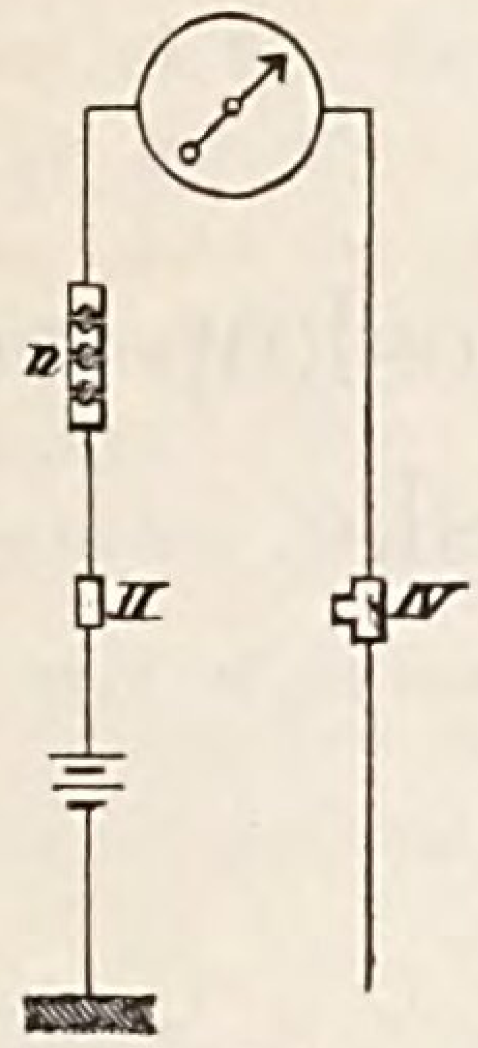


Fig. 137.

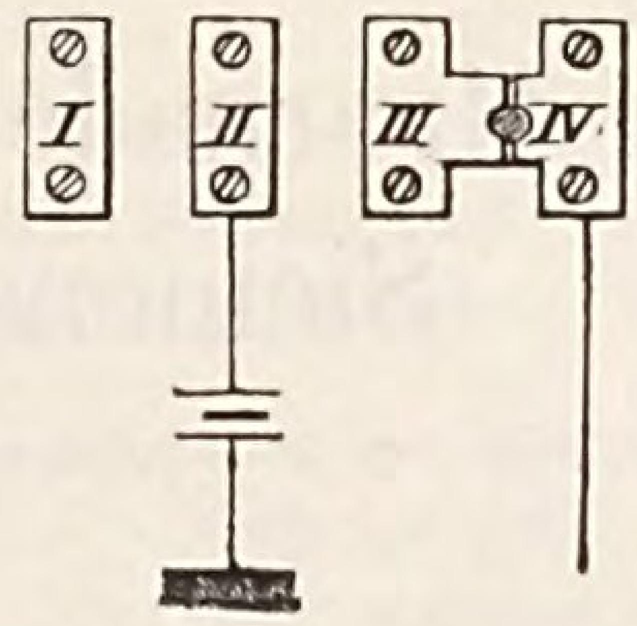


Fig. 138.

3. G e b r a u c h a l s S i n u s - G a l v a n o m e t e r (Fig. 137 u. 138).

Die Manipulationen *a*, *b*, *c*, *d* wie bei 2.

e) Es wird der eine Pol einer Batterie an Klemme II, der andere an Erde, sowie

f) die Leitung an Klemme IV gebracht.

Schlägt die Nadel *i* aus, so dreht man das Galvanometer in der Richtung dieses Ausschlages so lange, bis dieselbe wieder auf Null einsteht. Da bei dieser Drehung die grosse Skala sich an dem stillstehenden Zeiger *Z* vorbei drehte, so hat man jetzt nur die Zahl abzulesen, auf welcher *Z* steht und den Sinus derselben aufzusuchen, um die der Stromstärke proportionale Zahl zu erhalten.

Das Haarnadel-Galvanoskop von Siemens & Halske.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 16, S. 91.)

1868.

Um dem Bedürfnisse nach einem Instrument zu genügen, welches schwache Ströme von sehr kurzer Dauer oder rasch ihre Richtung wechselnde Ströme sicher anzuzeigen vermag, konstruirten wir nachbeschriebenes Galvanoskop.

Dasselbe besteht aus einem einfachen, länglichen Holz- oder Messingrahmen *a* (Fig. 139), welcher mit umsponnenem Kupferdraht umwickelt ist und innerhalb dessen eine kleine Haarnadel (∩) *h* von weichem Eisen um ihre Mittellinie in der Art schwingt, dass ihre Schenkel mit den Längsseiten des Rahmens parallel bleiben. Zu dem Ende ist die Nadel in ihrer Biegung durchbohrt und auf eine Nähnadel mit abgenommener Oese aufgesteckt. Die Spitze der letzteren, welche zwischen beiden Schenkeln vorsieht, ist nach unten gerichtet und steht in der Höhlung eines kleinen Steines, während das obere, über der Biegung vorstehende Ende in einem wohl polirten Loche leicht drehbar gelagert ist. Die Schwingungen der Nadel werden wahrnehmbar gemacht durch einen leichten Zeiger von Aluminium, welcher auf die gleiche Achse aufgesteckt ist und mit seinem vorderen, senkrecht herabgebogenen Ende vor einem mit der Nulllinie versehenen Blatte spielt.

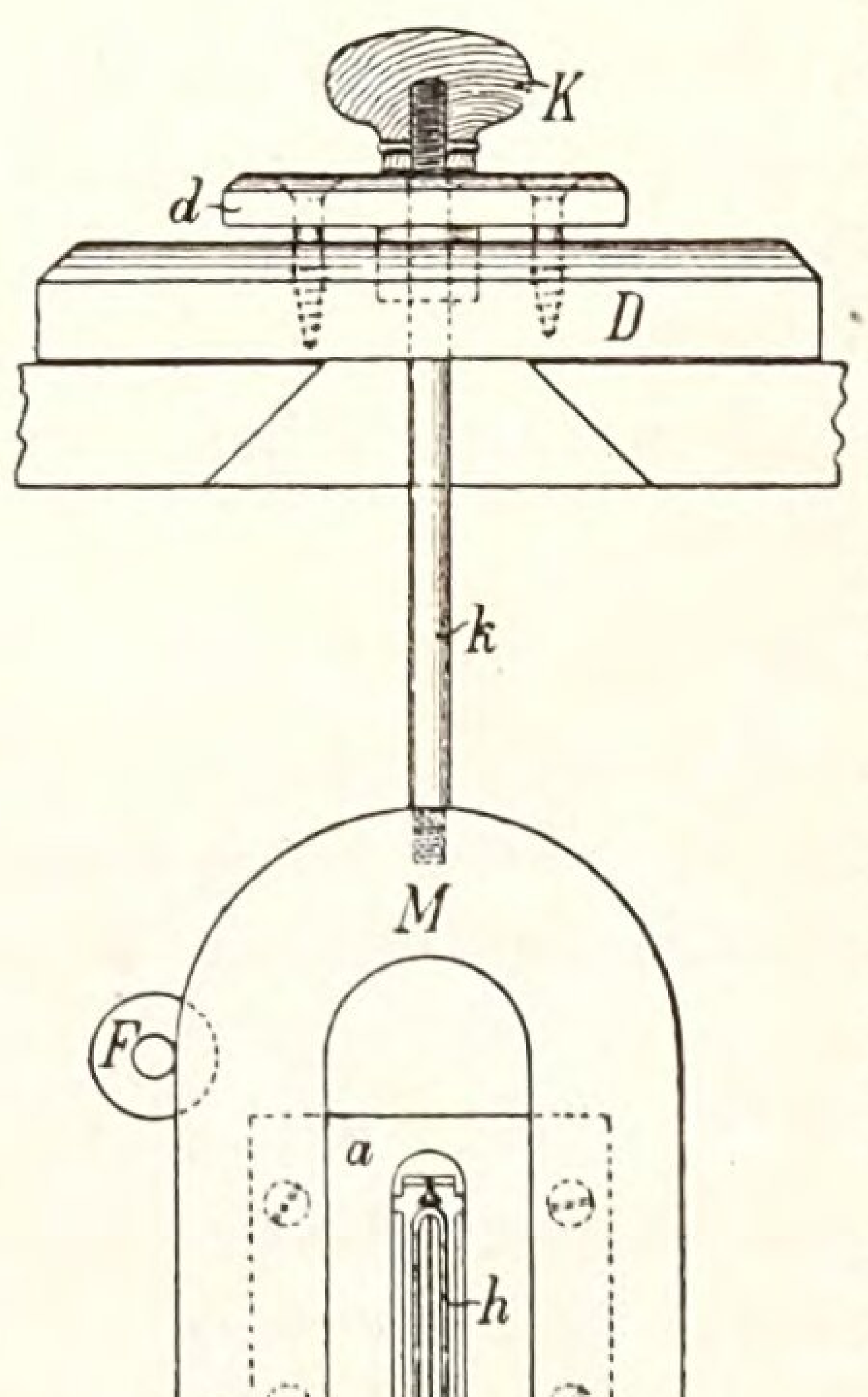


Fig. 139.

Ihren Magnetismus erhält die Nadel durch Induktion von einem Hufeisenmagneten *M*, welcher von oben derart über den Rahmen ge-

schoben ist, dass letzterer zwischen die Schenkel zu liegen kommt. Dieser Magnet wirkt zugleich richtend auf die kleine Nadel, und durch eine entsprechende Drehung desselben kann diese so eingestellt werden, dass sie mit beiden Schenkeln in die Ebene der Drahtwindungen zu liegen kommt, wobei der Aluminiumzeiger die Nulllinie deckt.

Geht nun ein Strom durch die Umwindungen, so sucht er die Nadel nach der einen oder anderen Seite zu drehen, und wird diese bei ihrem sehr geringen Momente sehr rasch der Einwirkung des Stromes folgen. Ein zu grosses Ausschlagen der Nadel wird durch den Anschlag, welchen der Aluminiumzeiger am Rande der Rahmenöffnung findet, verhindert. Die Stärke der richtenden und magnetisirenden Kraft des Magneten *M* kann durch Heben und Senken desselben regulirt werden.

Statt die Nadel aus weichem Eisen zu machen und dieselbe durch die Einwirkung eines aussen liegenden Hufeisenmagneten zu magneti-

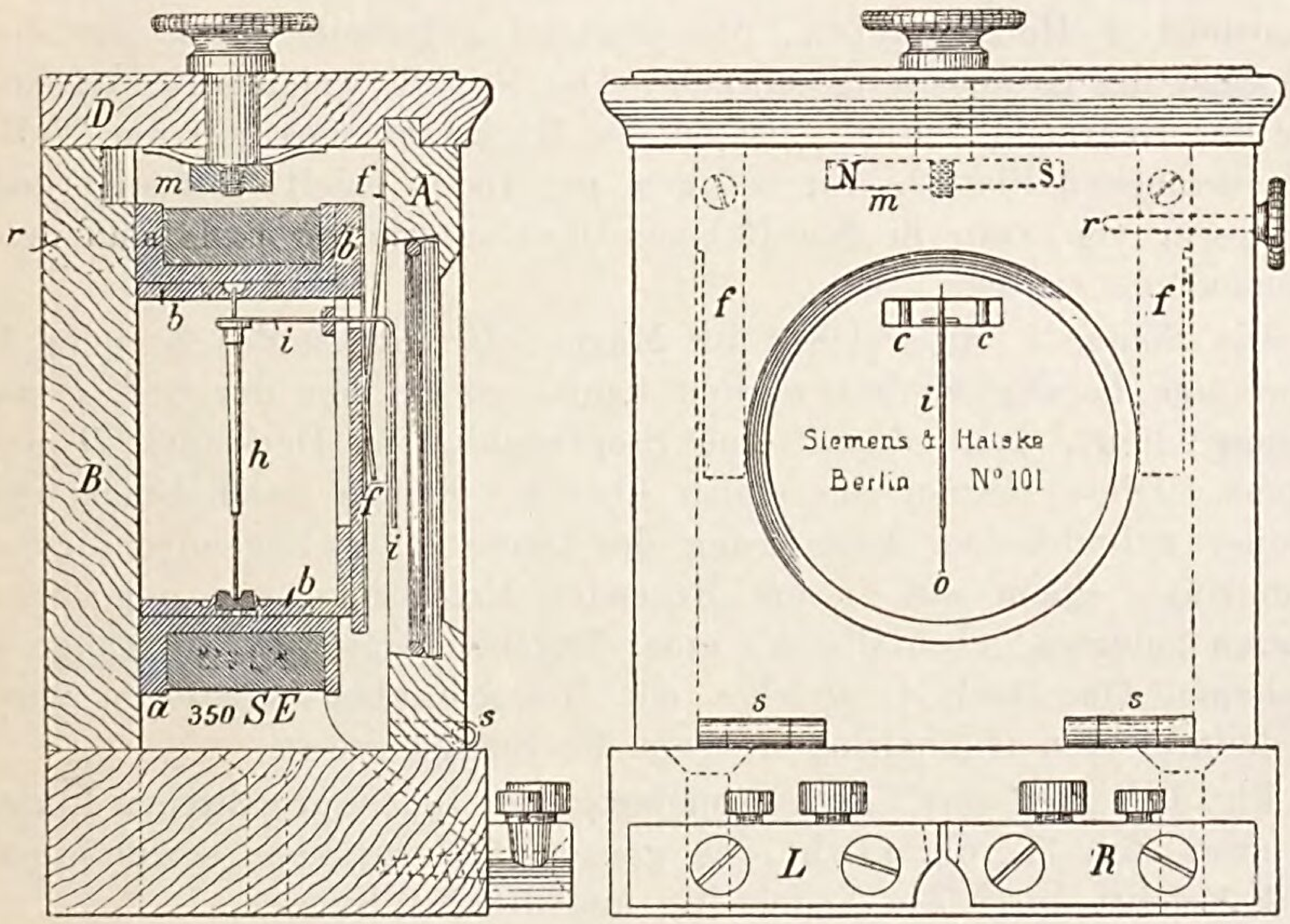


Fig. 140.

siren, kann dieselbe auch als selbständiger kleiner Hufeisenmagnet gefertigt werden. Oberhalb des Rahmens ist dann nur ein kleiner Richtmagnet — *m* in Fig. 140 — anzubringen, welcher der Nadel die Nullstellung giebt. In dieser Form wird das Galvanoskop auf der Indo-Europäischen Telegraphenlinie als Tischgalvanoskop verwendet, wo es die bei der automatischen Telegraphie thätigen Wechselströme anzeigt.

Wir betrachten als neu und eigenthümlich: die Anwendung einer haarnadelförmigen Galvanoskopnadel, welche in der Oeffnung eines einfachen, mit besponnenem Kupferdraht umwickelten Rahmens, um ihre Halbirungslinie drehbar, so aufgestellt ist, dass die Schenkel mit den Windungen parallel stehen und welche entweder selbst einen kleinen Hufeisenmagnet darstellt, oder durch Induktion von einem ausserhalb des Rahmens aufgestellten Stahlmagneten magnetisirt wird.

Erst durch Anwendung dieses Instrumentes ist es möglich geworden, die Vorgänge in einer ruhenden Leitung als: Uebergangs-, Induktions- und Ladungserscheinungen, gehörig zu beobachten und zu erkennen. Auch ist es das einzige Galvanoskop, welches beim Hughes-Apparate Dienste thun könnte.

Zur weiteren Erläuterung der Figuren 139 und 140 mögen noch folgende Bemerkungen dienen:

Figur 139 zeigt die Anwendung des Haarnadelsystems bei einem Kontrol-Galvanoskop. Der die Umwindungen aufnehmende Rahmen *a a* ist mittelst 4 Holzschrauben, die punktirt angedeutet sind, an der Rückwand des Kastens festgeschraubt. Das Gestell, welches die Achsenlager der Haarnadel enthält, ist an der Rückwand des mit der Nulllinie versehenen Blattes, vor welchem der Index spielt, befestigt und mit diesem von vorn in den Rahmen hineingeschoben und kann herausgenommen werden.

Die Stange *k*, an welcher der Magnet *M* mittelst des Knopfes *K* hinauf- und herabgeschoben werden kann, wobei ihm der Stift *F* als Führung dient, geht durch eine Stopfbüchse im Deckstück *D* des Kastens. Diese besteht aus einem über die Stange geschobenen und in einer cylindrischen Ausbohrung des Deckstückes liegenden dicken Gummiring, einem auf diesem liegenden Metallringe und dem über letzteren gelegten, ebenfalls mit einer Durchbohrung für die Stange *k* versehenen Querstück *d*, welches mit Holzschrauben angezogen wird und dadurch den Gummiring fest um die Stange presst.

Fig. 140 zeigt das Tischgalvanometer der Indo-Europäischen Linie, und zwar eine Vorderansicht des ganzen Galvanoskops sowie einen Vertikalschnitt durch die Nadelachse und die Nulllinie.

Der Umwindungsrahmen *a a* ist auch hier mit 4 Holzschrauben an der Rückwand des Gehäuses befestigt. Das Nadelgestell *b b* ist von vorn in denselben hineingeschoben und wird durch zwei an der herablegbaren Vorderwand des Gehäuses befestigte Federn *f f* an seiner Stelle gehalten. *m m* ist der kleine Richtmagnet. *s s* sind zwei Charniere, um welche sich, nach Herausnahme des Stiftes *r*, die Vorderwand des Gehäuses *A* und das mit ihr fest verbundene Deckstück *D* herunterklappen lässt, wodurch der Rahmen *a a* und das Gestell *b b* zugänglich werden. Um dem Spiel der Nadel engere Grenzen an-

zuweisen, sind hier besondere Hemmstiftchen *c c* angebracht. Die am Fusse des Instrumentes befindlichen Metallklötze *L* und *R*, an welche Anfang und Ende der Umwindungen geführt sind und welche die zur Einschaltung des Instrumentes dienenden Klemmschrauben tragen, reichen in der Mitte bis nahe aneinander und können, behufs Ausschaltung des Instrumentes, durch Einsetzen eines Stöpsels in eine zu dem Zweck angebrachte konische Ausbohrung ihrer Endflächen direkt mit einander verbunden werden.

Wechselstrom-Schlüssel mit Entladungs-Kontakt (Submarin-Schlüssel) für die Indo-Europäische Telegraphenlinie.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 16, S. 97.)

1868.

Der Schlüssel unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Morseschlüssel zunächst dadurch, dass der bewegliche Theil desselben aus 2 übereinanderliegenden Hebeln *1* und *2* (Fig. 141) besteht. Der untere *1* ist am Mittelstück *3* isolirt festgeschraubt und mit diesem um die Hauptaxe *a* des Schlüssels, welche im Bocke *b′* gelagert ist, drehbar. Der Hub des Hebels *1* ist so gross wie am gewöhnlichen Morseschlüssel und wird durch 2 Kontakte *m* und *n* begrenzt, von denen der erstere mit dem Kohlenpole der positiven Batterie, der letztere mit dem Zinkpole der Gegenbatterie in Verbindung gebracht wird.

Der Hebel *2* ist um eine zur Axe *a* parallele Axe *b* (Fig. 142) welche im hinteren, gabelförmigen Theile des Mittelstücks *3* gelagert ist, mit viel grösserem Hube drehbar. Auf diesen Hebel *2* wirkt zunächst die Feder *f* in der Weise, dass sie denselben mit dem vorderen Ende, an welchem der Knopf *K* sitzt, in die Höhe zieht und sein hinteres mit einem Platinkontakte versehenes Ende fest gegen den etwas nachgiebigen Kontakt *o* presst. Dieser steht durch die Elektromagnetumwindungen eines polarisirten Farbschreibers oder Relais *S* (Fig. 142) mit der Erde in leitender Verbindung.

An den Lagerbock *b′* wird die Leitung gelegt, und da mit demselben durch die beiden Axen und das Mittelstück *3*, auch durch die Feder *f*, der Hebel *2* permanent metallisch verbunden ist, so gelangt der ankommende Strom in der Ruhelage des Schlüssels zum Kontakt *o* und wirkt auf den Schreiber oder das Relais.

Soll mit dem Schlüssel eine Depesche abgegeben werden, so drückt der Telegraphist den Knopf *K* nieder, wobei er den Hebel *2* um seine

Axe *b* dreht. Damit unterbricht er zunächst den Kontakt *o* und stellt dafür gegen Ende des Hubes die metallische Verbindung zwischen den beiden Hebeln *1* und *2* her, indem sich die an der unteren Seite des Hebels *2* befestigte Kontaktfeder *r* auf einen im unteren Hebel steckenden Platinstift legt. Einen Moment später kommt der Hebel *2* mit dem vorderen Ende auf den Hebel *1* zu liegen, und von nun an erscheinen beide Hebel als ein um die Axe *a* drehbares Ganzes, welches mit der Leitung in Verbindung steht, und das durch die Feder *f*, deren Angriffspunkt beträchtlich von der Axe *a* absteht, kräftig gegen den Kontakt *n* gepresst wird. Die Abgabe der Depesche erfolgt nun wie

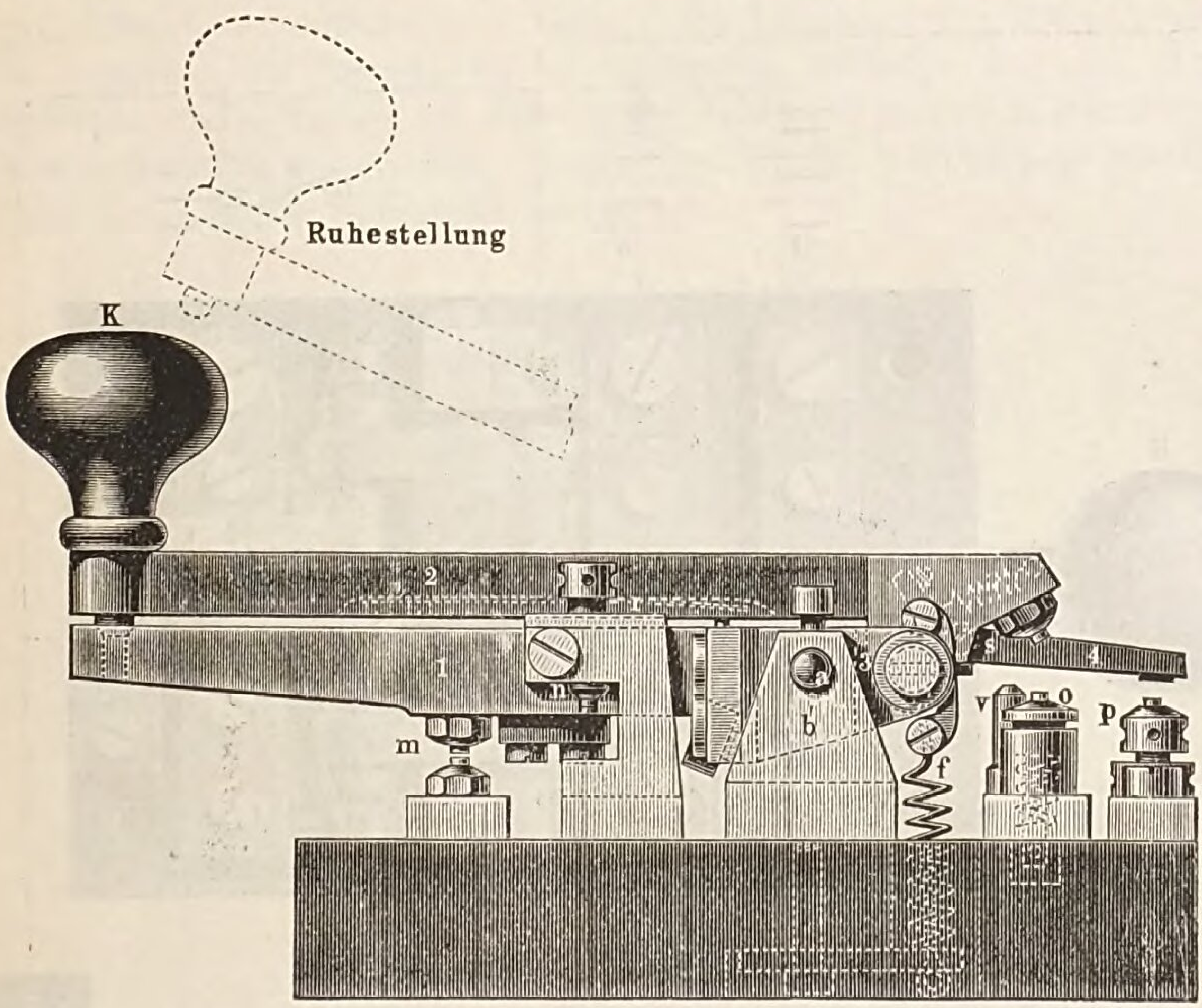


Fig. 141.

mit dem gewöhnlichen Morseschlüssel. Ein Druck bringt den Kontakt *m* zu Stande, durch welchen die positive Batterie einen positiven Strom in die Leitung sendet; beim Nachlassen des Druckes legt die Feder den Hebel *1* an den Kontakt *n* und damit die Leitung an den Zinkpol der Gegenbatterie. Selbstverständlich sind die anderen Pole der beiden Batterien zur Erde geführt. Als wesentlich für ein bequemes Arbeiten ist die eigenthümliche Lage des Angriffspunktes der Feder *f* hervorzuheben. Derselbe kommt nämlich, wenn der Hebel *2* gedrückt ist, fast senkrecht über dessen Axe *b* zu liegen. In Folge davon ist die Kraft, welche beide Hebel zu trennen sucht, so gering, dass sie von der arbeitenden Hand nicht gespürt wird, um so weniger, als zum

Niederdrücken des Hebels *1* ein kräftiger Druck erforderlich ist. Beim Wiederaufspringen des Hebels *2* jedoch, welches erfolgt, sobald der Knopf *K* gänzlich frei gelassen ist, rückt der Angriffspunkt der Feder *f* etwas mehr seitlich von der Axe *b*, so dass der Druck auf den Ruhekontakt reichlich kräftig ausfällt.

Um den Ladungsstrom der Leitungen von dem Relais oder Schreiber fern zu halten, wird der Hebel *2*, bevor er sich mit seinem hinteren Ende auf den Relaiskontakt *o* legt, vorübergehend mit der Erde in Verbindung gebracht. Seitlich vom hinteren Ende des Hebels *2* und über dasselbe hervorragend sitzt nämlich, um eine Halsschraube *s*

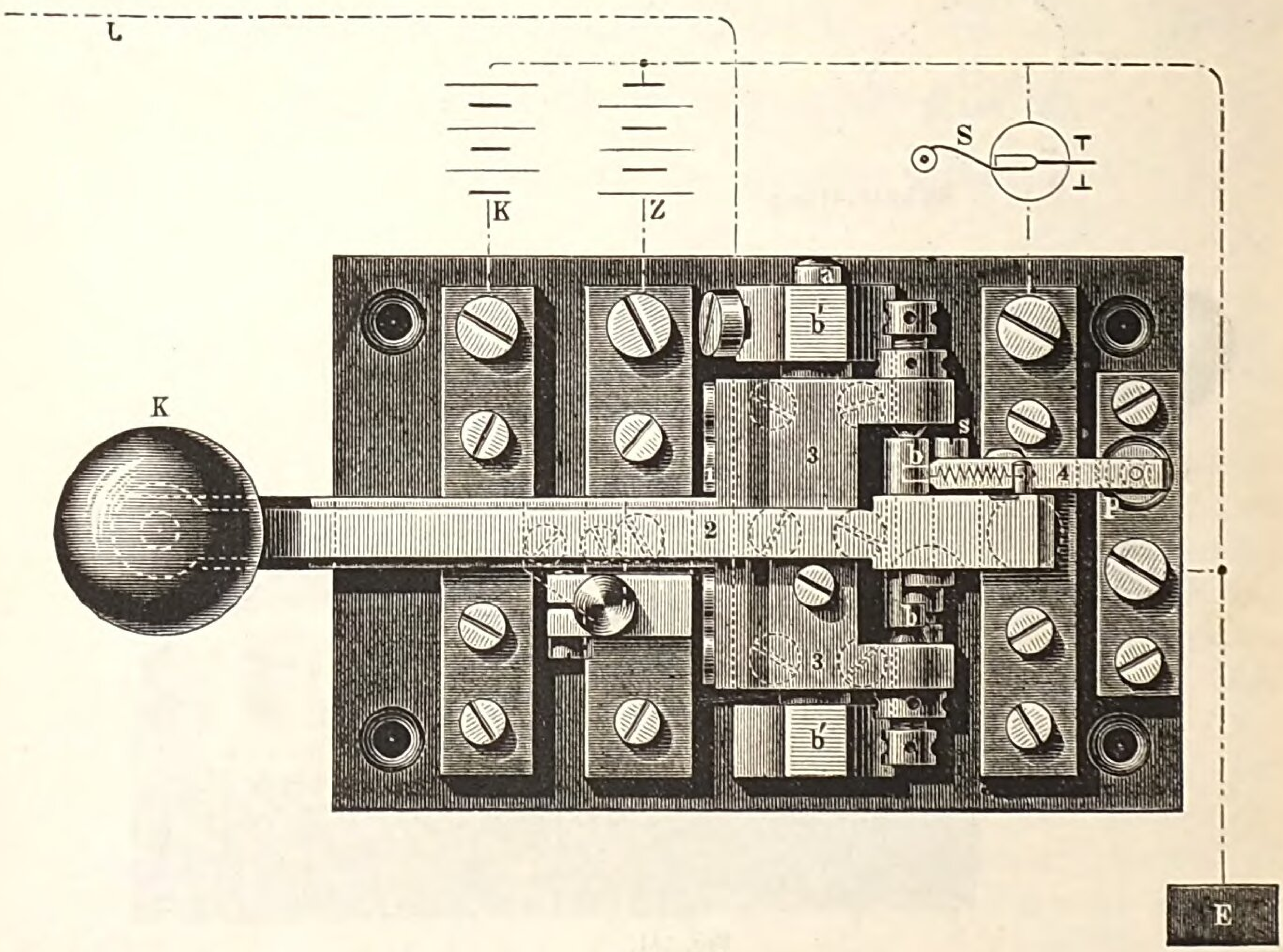


Fig. 142.

drehbar, der kleinere Hebel *4* und wird derselbe durch eine Spiralfeder so weit niedergehalten, als es ein im Hebel *2* steckender Stift erlaubt. Unter dem vorstehenden Ende des Hebels *4* steht der Erd-Kontakt *p*, jedoch so, dass er dieses Ende nicht berührt, so lange der Schlüssel arbeitet. Sobald jedoch der Hebel *2* aufspringt, senkt sich dasselbe und stellt, bald nachdem der Kontakt zwischen den Hebeln *1* und *2* bei *r* unterbrochen ist, die Verbindung zwischen Leitung und Erde her. Da aber, während das vordere Ende von *4* auf dem Kontakt *p* aufliegt, der Drehpunkt dieses Hebels *s* mit dem hinteren Theile von Hebel *1* sich noch weiter senkt, so kommt der Hebel *4* bald mit der

etwas tiefer als der Kontakt p liegenden Kuppe des Stiftes v in Berührung. Dieselbe trifft den Hebel in der Nähe seines Drehpunktes und hebt ihn bei weiterem Tiefergehen des letzteren von dem Erdkontakte p wieder ab, worauf schliesslich bei Erreichung der Ruhelage die Verbindung der Leitung mit dem Relais oder Farbschreiber in dem Kontakte o wieder eintritt. Selbstverständlich steht der Stift v mit der Erde nicht in leitender Verbindung.

Der neue Wechselstromschlüssel leistet im Wesen das Gleiche, wie der bereits mehrfach beschriebene Submarin-Schlüssel von Siemens und Halske — er vermeidet einen besonderen Umschalter, dessen Handhabung vergessen werden könnte. Der Uebelstand, in Folge dessen der ältere Submarin-Schlüssel sich nicht recht Eingang verschaffen konnte, dass nämlich der fortwährend auszuübende seitliche Zug die Telegraphisten ermüdete, ist bei dem neuen Schlüssel in der beschriebenen Weise vollständig vermieden. Ausserdem ist die Einrichtung für Entladung der Leitung bedeutend verbessert.

Morse-Schreiber für Wechselströme mit Selbstauslösung und Uebertragungsvorrichtung für die Indo-Europäische Telegraphenlinie.

(Zeitschr. des deutsch-österr. Telegraphen-Vereins Bd. 16, S. 99.)

1868.

Der Schreibapparat der indo-europäischen Telegraphenlinie ist sowohl zum Empfangen der Handschrift wie der automatischen Schnellschrift eingerichtet. Er ist im Wesentlichen ein Farbschreiber unserer Konstruktion mit aussen liegender Federtrommel, verstellbarer Farbflasche und Centrifugalregulator, welcher innerhalb wählbarer Grenzen die Ganggeschwindigkeit des Laufwerks plötzlich zu ändern gestattet.

Fig. 143 zeigt die vollständige vordere, Fig. 144 die vollständige hintere Ansicht des Schreibers.

Neu ist die Einrichtung des Elektromagnetsystemes: Es besteht aus einem cylindrischen Eisenkern, welcher innerhalb einer zwischen den Platinen des Laufwerkes befestigten und mit umsponnenem Kupferdraht bewickelten Spule C drehbar gelagert ist, und auf dessen aus der Spule herausragenden Enden die Arme q und q_1 senkrecht aufgesetzt sind, so dass er mit ihnen eine Art Hufeisen bildet. Diese die Schenkel des Hufeisens bildenden Arme liegen in horizontaler Lage, der erstere vor der Vorderwand, der andere hinter der Rückwand des Apparatgestelles. Ihnen stehen die Pole eines hufeisenförmigen Stahlmagneten M gegenüber, welcher von oben über den Schreiber gezogen ist und der behufs Regulirung des Apparates durch Drehen der Schraube o gehoben oder gesenkt wird, wobei er sich um die entfernt liegende Axe p an langem Hebelarm dreht. Der Anziehung, welche der Magnet auf die Schenkel des Elektromagnetkernes ausübt, wirkt die Feder f entgegen [1]),

[1]) Dieselbe wird unterstützt durch eine zweite, in Fig. 143 punktirt gezeichnete Feder, welche den Zweck hat, den die Bewegung der Schraube R auf die Feder f übertragenden Winkelhebel mit seinem vertikalen Arme stets sicher gegen die Schraube R zu halten.

deren Spannung durch die Schraube *R* regulirt werden kann. Je nachdem nun ein positiver oder negativer Strom durch die Drahtumwindungen geht und dadurch den Armen des Elektromagneten die eine oder die andere Polarität ertheilt wird, überwiegt bei richtiger Einstellung die Anziehung des Magneten *M* oder die Zugkraft der Feder *f*. Der Elektromagnet wird dadurch in eine seiner beiden Ruhestellungen, welche durch die Anschläge (resp. Uebertragungskontakte)

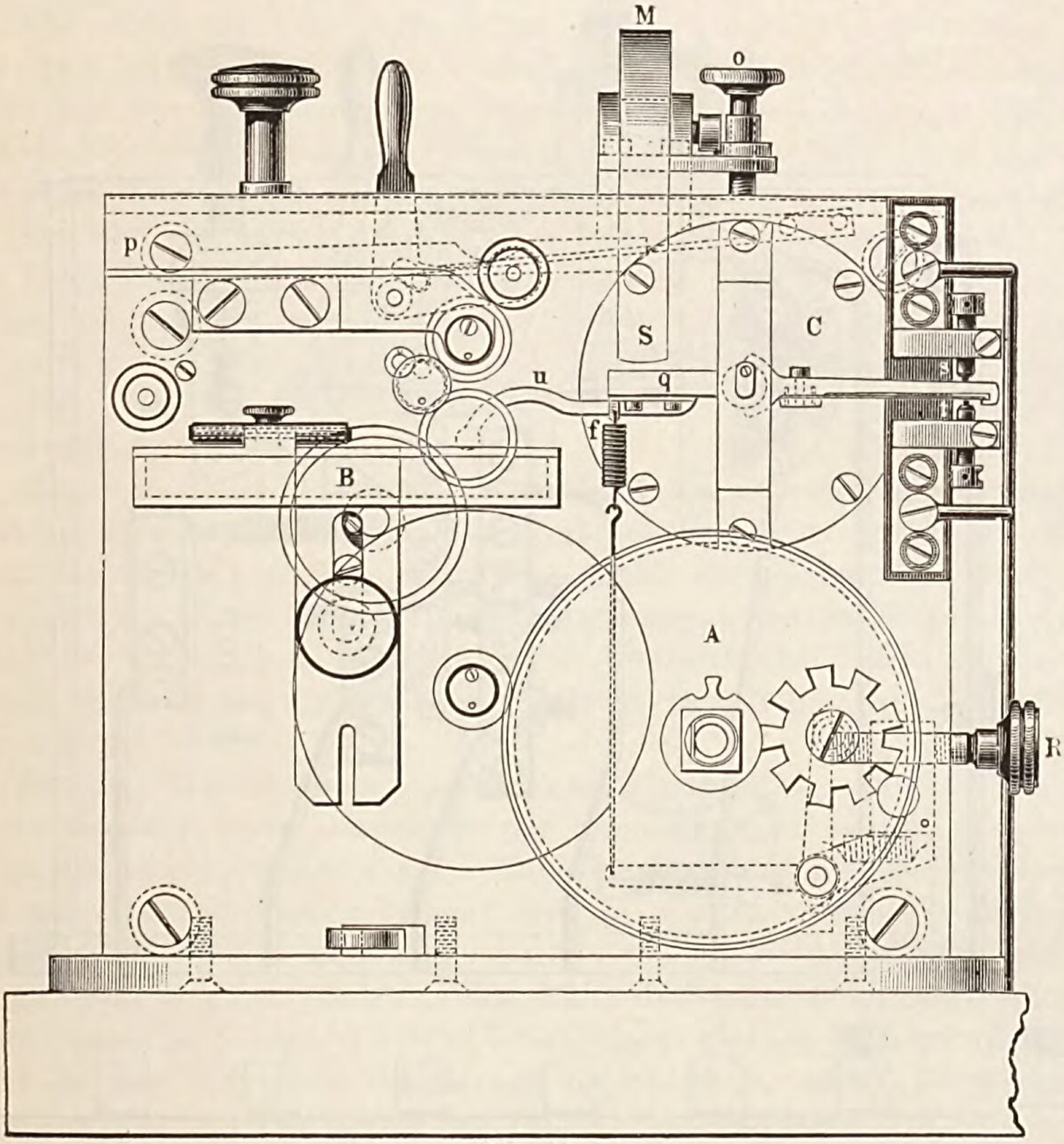


Fig. 143.

s und *t* gegeben sind, gebracht, in der er verbleibt, auch wenn der letzte Stromimpuls verschwindet.

Soll nur mit gleichgerichtetem Strom gearbeitet werden, so wird die Feder *f* etwas stärker gespannt, so dass sie, wenn der Strom in den Windungen aufhört, allein das Abziehen des Kernes bewirkt. Am vorderen Schenkel *q* des Elektromagnetkernes ist der Arm *u* befestigt, in dessen Ende das Farbscheibchen gelagert ist; an dem hinteren

Schenkel q_1 sitzt der Neusilberarm *d* (Fig. 144), welcher die selbstthätige Auslösung des Laufwerkes vermittelt. Der hierzu nöthige Mechanismus liegt an der Aussenseite der hinteren Platine und arbeitet folgendermaassen:

Im Zustande der Ruhe liegt der Arm *i*, welcher an der Axe der gerieften Papierführungswalze festsitzt, mit seinem Ende gegen die Axe *h*. Die letztere ist an der Stelle, an welcher *i* sie berührt, halb

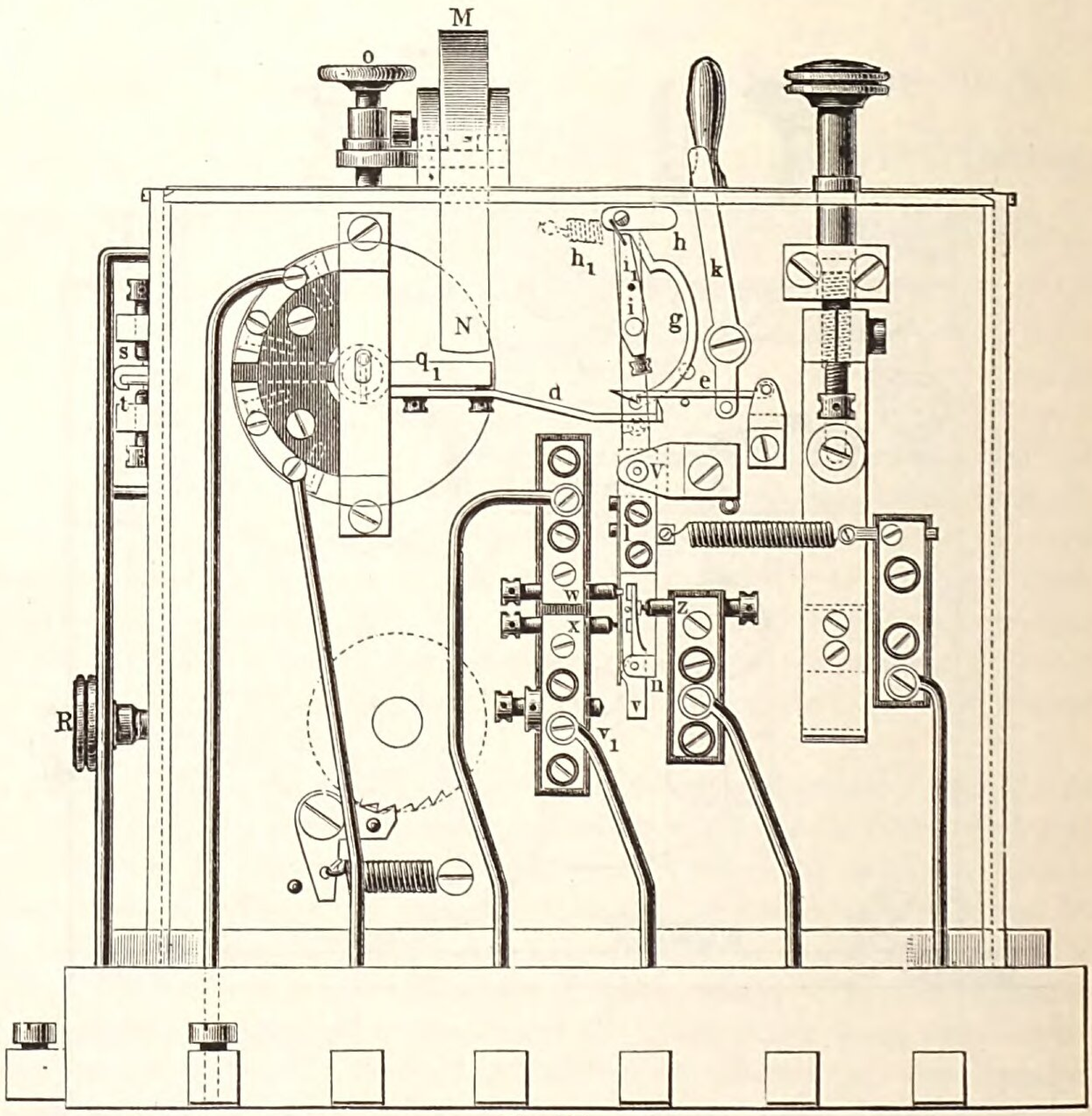


Fig. 144.

durchgefeilt und so gedreht, dass die Spitze des Armes *i* an ihrer Peripherie nahe am Rande der Einfeilung aufliegt, dass also eine kleine Drehung der Axe *h* nöthig ist, um den Arm durch die Einfeilung gehen und dadurch das Werk laufen zu lassen.

Im Sinne dieser Drehung wirkt die Feder h_1 an einem innerhalb des Gehäuses senkrecht auf der Axe *h* befestigten Arme auf diese Axe ein, dieselbe kann jedoch in der Ruhe nicht folgen, da sie von dem kleinen Stahlhäkchen *e*, welches den an ihr festsitzenden gebogenen

Arm *g* an einem seitlich vorstehenden Stifte fasst, in ihrer Lage gehalten wird. Dicht unter diesem Häkchen liegt das Ende des erwähnten Neusilberarmes *d*. Derselbe geht beim Beginn jedes Zeichens in die Höhe, schlägt dabei gegen das Häkchen und hebt auch dieses; dadurch wird der Arm *g* frei, die Axe *h* dreht sich soweit, dass die Spitze des Armes *i* passiren kann, und das Räderwerk beginnt zu laufen.

Um die selbstthätige Wiedereinlösung des Werkes bei jeder Pause, die im Sprechen eintritt, zu vermitteln, sitzt am Arme *i* der Stift i_1. Derselbe wirkt bei dem Umlaufe von *i* derart auf den Arm *g*, dass er denselben bei jedem Umgange einmal, und zwar gleich nachdem *i* unter der halben Axe *h* durchgegangen ist, etwas über seine Ruhelage zurückhebt und so dem Häkchen *e* Gelegenheit giebt, ihn wieder zu fassen; dies kann dauernd jedoch nur geschehen, wenn der Elektromagnet und mit ihm der Neusilberarm *d* in der Ruhestellung liegen bleibt. In dem Falle schlägt dann, eine Weile später als das Häkchen den Arm *g* gefasst hat, die Spitze des Armes *i* gegen den Rand der nicht ausgeschnittenen Hälfte der Axe *h* und arretirt das Laufwerk, nachdem das letzte Zeichen auf dem Papierstreifen hinter den Walzen zum Vorschein gekommen ist.

Damit in Folge der dem Kugelregulator innewohnenden lebendigen Kraft im Moment des Arretirens das Räderwerk nicht leidet, ist das Trieb der Papierwalzenaxe mit dieser nicht fest verbunden, sondern auf dieselbe nur mit einiger Reibung aufgesteckt, indem es durch eine Spiralfeder gegen einen Ansatz der Axe gepresst wird. Der Regulator ist also nicht gezwungen, beim Arretiren der Papierwalze plötzlich stehen zu bleiben.

Das zur Wechselstrom-Uebertragung nöthige Ein- und Ausschalten des zweiten Schreibers respektive der Gegenbatterie, sowie die jedesmalige Entladung der Leitung zur Erde vor Einschaltung des Schreibers, wird von der Selbstauslösung und zwar in folgender Weise besorgt.

Die Axe *h* ist an dem Ende, gegen welches der Arm *i* trifft, nicht fest gelagert, sondern in dem einen Ende des doppelarmigen Hebels *l*. Dieser kann sich um die Axe *V* in einem kleinen Winkel drehen, wobei er das eingefeilte Stück des Zapfens *h* in einem Kreisbogen führt, der den von der Spitze des Armes *i* beschriebenen Kreis tangirt. Selbstverständlich sind beide Lagerlöcher der Axe *h*, von denen das eine in der vorderen Platine liegt, so weit gebohrt, dass sie die schiefe Lage der Axe ungehindert zulassen. Am unteren Ende des Hebels *l* ist isolirt das Stück *n* angeschraubt, und in diesem dreht sich ein kleiner Hebel *v*, welcher drei mit Platin armirte Kontaktstellen besitzt. Durch eine kleine Feder wird derselbe mit dem oberen Ende nach links gegen einen in *n* steckenden Stift gedrückt. Am Hebel *l* zieht eine Spiralfeder und stellt zugleich die leitende Verbindung desselben mit dem Ruhekontakt *s* am Schreibhebel, eventuell mit der Leitung her.

Durch den Zug dieser Feder wird, so lange das Laufwerk im Gange ist, das Stück *v* gegen den Kontakt *z* (Pol der negativen Batterie) und durch diesen gegen den erwähnten Hemmstift gedrückt, so dass dadurch der Hebel in der in Fig. 144 gezeichneten Stellung, wo sein oberes Ende seine äusserste Lage nach links hat, gehalten wird.

Kurz vor Arretirung des Laufwerkes drückt jedoch der Arm *i* gegen die Axe *h* und bewegt dadurch das obere Ende von *l* nach rechts, das Stück *v* mit den Kontakten nach links. Dabei wird zuerst der Kontakt *z* aufgehoben und gleich darauf durch Berührung der Kontaktschraube *w* und des Hebels *v* die Verbindung der Leitung mit Erde und so die Entladung der ersteren vermittelt. Etwas später wird der Kontakthebel *v* von der etwas tiefer liegenden Kontaktschraube *x* getroffen, welche bei weiterer Drehung des Hebels *l* denselben von der Schraube *w* wieder abdrückt, die Verbindung der Leitung mit der Erde unterbricht und die mit dem zweiten Schreiber herstellt. Schliesslich legt sich der Hebel *v* mit seinem unteren Ende auch gegen den Anschlag v_1 (welcher ebenfalls mit dem zweiten Schreiber in Verbindung steht). Damit ist der Hebel *l* in seine zweite Grenzstellung, wo sein oberes Ende die äusserste Lage nach rechts hat, gelangt und das Laufwerk arretirt sich. In Fig. 144 ist der Moment gedacht, wo, nach Beendigung der Korrespondenz und kurz vor Arretirung des Werkes, der Arm *i* die Axe *h* eben erreicht hat und nun dieselbe zurückzudrängen und dadurch den Hebel *l* zu drehen beginnt.

Soll die Selbstauslösung nebst der damit verbundenen Uebertragungseinrichtung ausser Aktivität gesetzt werden, so wird der aus der Deckplatte des Apparats hervorragende Hebel *k* nach rechts gedrückt; ein an seinem unteren Ende befindlicher Stift hebt alsdann das Häkchen *e* bleibend aus, so dass es ausser Bereich des vom unteren Ende des Armes *g* hervorragenden Stiftes tritt, wo dann der Arm *i* stets durch den Ausschnitt der Axe *h* frei passiren kann. Natürlich besitzt der Apparat für diesen Fall noch eine Arretirung gewöhnlicher Konstruktion mit Bremsscheibe und sich dagegen legender Feder.

Sämmtliche an der Rückseite der hinteren Platine liegenden Mechanismen sind durch einen Kasten mit Glaswand gegen Staub und Beschädigung geschützt.

Der Centrifugalregulator hat eine von der im Jahrg. XIII dieser Zeitschrift[1]) abgebildeten etwas abweichende Konstruktion erhalten, welche in der Ausführung etwas leichter ist und auch einige Vortheile beim Funktioniren bietet: Statt zweier Kugeln an gebogenen Federn sind zwei birnförmige Metallkörper angewendet, welche an geraden, auf ihrer ganzen Länge glatt an die Axe anliegenden Federn sitzen. Die cylindrische Axe hat an der betreffenden Stelle einen etwas grösseren

[1]) S. 213 ff. dieser Sammlung.

Durchmesser und ist an den beiden einander gegenüberstehenden Seiten, wo die Federn anliegen, der Länge nach etwas abgeschnitten, so dass

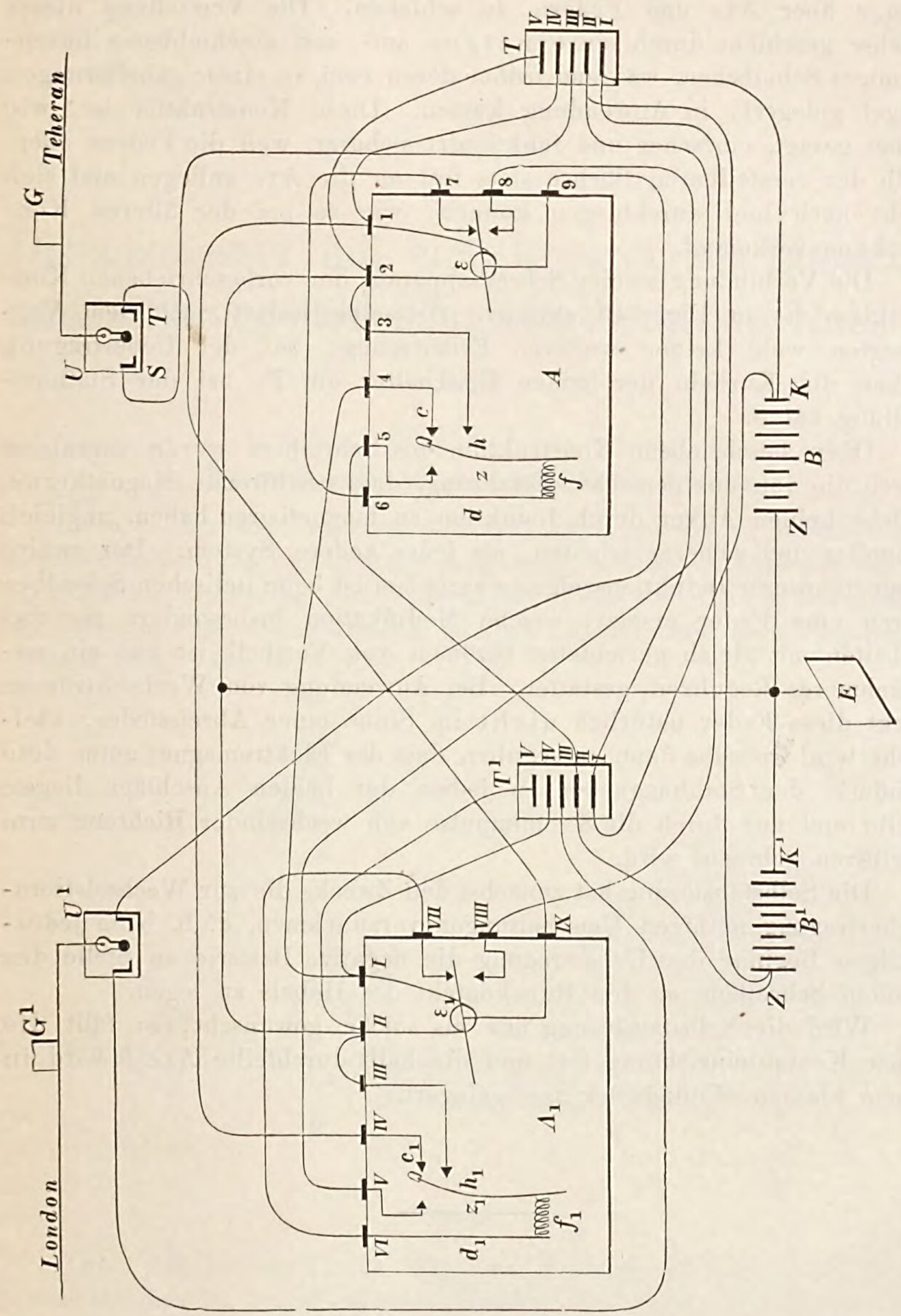


Fig. 145.

in der Ruhelage die Federn auch mit ihren Aussenkanten innerhalb der verlängerten Mantelfläche der Axe liegen. Hierdurch wurde es

möglich, statt der früher benutzten, mit zwei Schlitzen für die Federn versehenen Scheibe eine einfache cylindrische Büchse von etwas grösserer Länge über Axe und Federn zu schieben. Die Verstellung dieser Büchse geschieht durch ein einziges auf- und abschiebbares linsenförmiges Scheibchen, während früher deren zwei, in einem gabelförmigen Bügel gelagert, in Anwendung kamen. Diese Konstruktion ist, wie schon gesagt, einfacher und funktionirt sicherer, weil die Federn oberhalb der verstellbaren Büchse stets fest an die Axe anliegen und sich nicht auch hier durchbiegen können, wie es bei der älteren Konstruktion vorkommt.

Die Verbindung zweier Schreibapparate der vorbeschriebenen Konstruktion ist in Fig. 145 skizzirt. Dieselbe bedarf nach dem Vorgesagten wohl keiner weiteren Erläuterung; bei der Uebertragung stehen die Kurbeln der beiden Umschalter auf *T*, bei der Stationsstellung auf *S*.

Oben beschriebene Konstruktion des Schreibers wurde veranlasst durch die von uns gemachte Erfahrung, dass oscillirende Magnetkerne, welche keinen Anker durch Induktion zu magnetisiren haben, ungleich schneller und sicherer arbeiten, als jedes andere System. Der zweite Magnet unserer Induktionszeigertelegraphen ist beim indischen Schreiber durch eine Feder ersetzt, welche Modifikation insbesondere für das Arbeiten mit gleich gerichteten Strömen von Vortheil ist und ein angenehmeres Reguliren gestattet. Bei Anwendung von Wechselströmen wirkt diese Feder natürlich nicht im Sinne einer Abreissfeder, vielmehr wird dieselbe dann so regulirt, dass der Elektromagnet unter dem Einflusse der Stahlmagneten an jedem der beiden Anschläge liegen bleibt und nur durch die Stromimpulse von wechselnder Richtung zum Oscilliren gebracht wird.

Die Selbstauslösung hat zunächst den Zweck, die zur Wechselstrom-Uebertragung nöthigen Umschaltungen vorzunehmen, d. h. beim jedesmaligen Beginne der Uebertragung die negative Batterie an Stelle des zweiten Schreibers an den Ruhekontakt des Hebels zu legen.

Wird die Selbstauslösung nur als solche gewünscht, so fällt die ganze Kontakteinrichtung fort und die halb durchfeilte Axe *h* wird in einem kleinen Winkelstück fest gelagert.

Distanzmesser mit sich kreuzenden Linealen und mit Spiegelablesung von Siemens & Halske.

1868.

1. Distanzmesser mit sich kreuzenden Linealen.

Die beiden zur Messung dienenden Apparate werden in einer bekannten Entfernung von einander aufgestellt, welche als Basis für die zu bestimmende Entfernung dient. Soll letztere nur von e i n e m Endpunkte der Basis aus gemessen werden, so sind die Apparate nach folgendem Schema (Fig. 146) angeordnet.

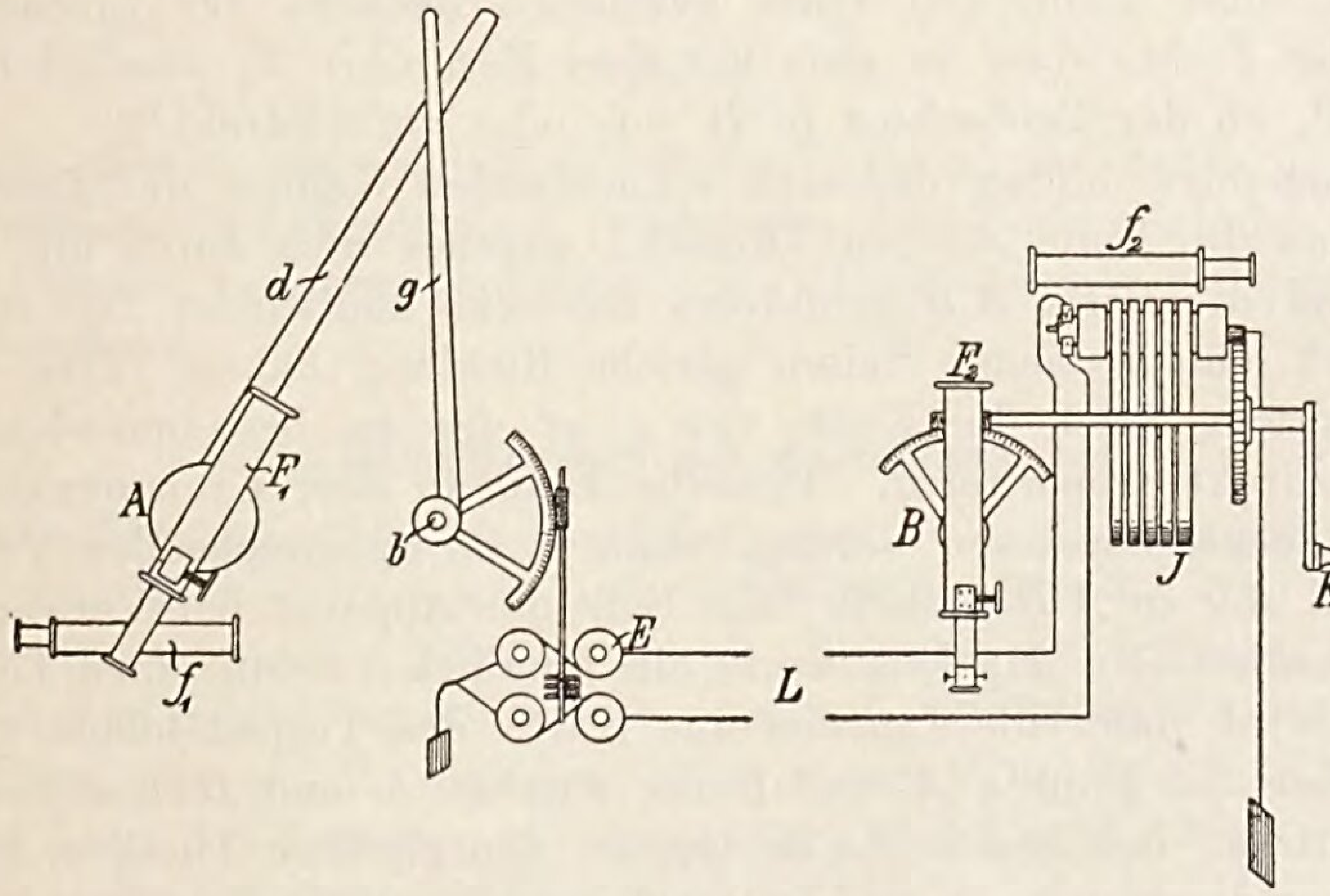


Fig. 146.

Jeder der beiden Theile trägt ein Fernrohr (F_1, F_2) mit Fadenkreuz, welches im betreffenden Endpunkte der Basis drehbar ist und zum Anvisiren des entfernten Objektes dient. Das Fernrohr des einen Apparates *A* trägt ein Lineal *d*, dessen rechte Kante durch die Fernrohraxe geht und mit der Visirlinie gleichgerichtet ist. Beim Drehen

des Fernrohres gleitet es über eine Fläche von Holz oder Metall. Ein zweites Lineal *g* dreht sich um die Axe *b*, so dass es dabei in geringem Abstande von genannter Fläche bleibt und dicht über dem Lineale *d* weggleitet. Der Abstand der beiden Axen *A* und *b* steht in einem bestimmten Verhältniss zur Basis *A B*, und der Apparat wird so aufgestellt, dass letztere durch beide Axen geht. Hierzu dient das kleine, am Brette befestigte Fernrohr f_1, welches auf eine am anderen Apparate *B* entsprechend gezogene Marke gerichtet wird. Vor Beginn der Messung müssen das Fernrohr F_2 und das Lineal *g* parallel stehen. Zu dem Ende wird mit dem festen Fernrohr f_2 des Apparates *B* eine Marke an *A* anvisirt, und Lineal *g* und Fernrohr F_2 auf korrespondirende Marken oder Anschläge, deren beliebig viele vorhanden sein können, eingestellt.

Nun richten beide Beobachter ihre Fernrohre auf das Objekt, dessen Distanz von *A* gemessen werden soll, der eine — in *A* — durch direktes Drehen mit der Hand, der andere mit Hülfe der Kurbel *K*. Durch letztere wird eine Schraube ohne Ende gedreht, welche in einen an der Fernrohraxe festsitzenden, gezahnten Rechen eingreift, ausserdem mittelst Zahnrad und Trieb der Anker eines Magnetinduktors *J* unserer Konstruktion in Umdrehung gebracht. Die dadurch erzeugten Wechselströme gelangen durch zwei Leitungen und Erde nach *A* zu einem elektromagnetischen Apparate *E*, welcher wieder mit Hülfe einer Schraube ohne Ende und eines gezahnten Rechens das Lineal *g* in der Weise dreht, dass es stets mit dem Fernrohre F_2 parallel bleibt, gleichviel, ob der Beobachter in *B* vor- oder zurückdreht[1]).

Demzufolge bilden die sich schneidenden Kanten der Lineale *d* und *g* und die Linie *A b* ein Dreieck, welches dem durch die Visirlinien und die Basis *A B* gebildeten Dreiecke ähnlich ist, da sämmtliche sich entsprechende Seiten gleiche Richtung haben. Das von *d* abgeschnittene Stück der Kante von *g* ist der zu bestimmenden Entfernung direkt proportional. Dieselbe kann in dem Kreuzpunkte der beiden Lineale abgelesen werden, wenn je im entsprechenden Verhältnisse von *A b* zu *A B* getheilt ist. Soll der Apparat bei Verwendung auf Küstenbatterien angeben, wenn ein feindliches Schiff einen Torpedo passirt, wird unter die Lineale eine Karte des Torpedofeldes gelegt, in welcher die Punkte *A* und *b* die Punkte *A* und *B* des Terrains repräsentiren. Behalten beide Beobachter den gleichen Theil, z. B. den Hauptmast des sich bewegenden Schiffes im Vertikalfaden ihres Faden-

[1]) Der elektromagnetische Apparat *E* besteht ebenso wie der für den Wasserstandzeiger konstruirte, auf S. 232 dieser Sammlung abgebildete Zeigerapparat aus zwei kombinirten Magnetzeigern, welche auf dieselbe Axe in entgegengesetztem Sinne drehend einwirken; auf dieser Axe befindet sich die Schraube ohne Ende, welche durch Vermittlung des gezahnten Rechens das Lineal *g* dreht.

kreuzes, so stellt der wandernde Schnittpunkt beider Lineale den Lauf des Schiffes auf der Karte dar. —

Sollen von beiden Endpunkten der Basis aus die resp. Entfernungen eines Gegenstandes gemessen werden, so erhält jeder Apparat einen Magnetinduktor (J_1 und J_2 in Fig. 147), bei dessen Drehung der Beobachter sein Fernrohr mit Lineal (d_1, d_2) mechanisch nach dem Ziele

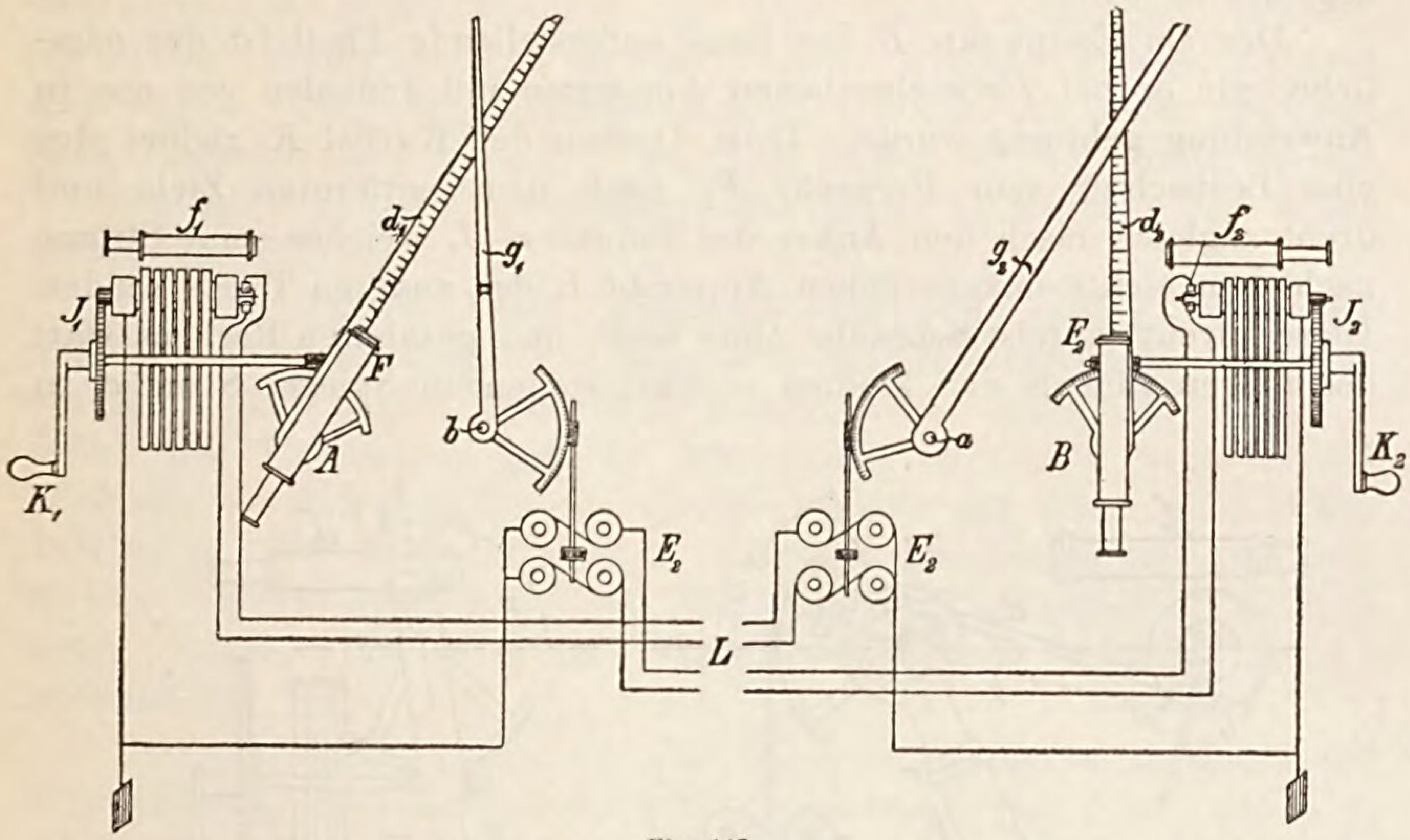


Fig. 147.

richtet; ebenso ein zweites Lineal (g_1, g_2), welches durch die Ströme des anderen Induktors dem entfernten Fernrohre parallel erhalten wird. Beide Apparate sind demnach vollkommen symmetrisch zu einander gebaut.

2. Distanzmesser mit Spiegelablesung.

Die im Vorigen beschriebenen Apparate sind nur dann anwendbar, wenn eine genügend grosse Basis zur Verfügung steht. In Folge der spitzen Winkel, unter welchen sich die Linealkanten kreuzen, wird die Ablesung unsicher, sobald die zu messende Entfernung das Dreifache der Basis übersteigt. Bei Anvisirung von in Bewegung befindlichen Zielen kann die Entfernung nicht von dem gleichen Beobachter, welcher das Fernrohr richtet, abgelesen werden; ausserdem sind die Apparate in Folge der langen, leicht gearbeiteten Zeiger ziemlich umfangreich und für häufigen Transport nicht geeignet.

Diese Uebelstände, welche Distanzmesser mit sich kreuzenden Linealen zur Anwendung auf Schiffen oder im Felde unbrauchbar machen, sind bei dem in Fig. 148 schematisch dargestellten Apparate vermieden.

Beide Theile stehen auf Messtischgestellen einfacher Konstruktion, durch welche die Einstellung der Richtfernrohre f_1, f_2 ausgeführt und, ohne diese zu alteriren, die Elevation der auf das Objekt zu richtenden Fernrohre F_1 und F_2 verändert werden kann.

Die Leitungen L werden durch ein dreidrähtiges Kabel hergestellt, mit welchem zugleich beim Gebrauch im Felde die Basis AB abgemessen wird.

Der am Endpunkte B der Basis aufzustellende Theil ist der nämliche, wie er bei vorbeschriebenen Apparaten mit Linealen von uns in Anwendung gebracht wurde. Beim Drehen der Kurbel K richtet der eine Beobachter sein Fernrohr F_2 nach dem entfernten Ziele und dreht zugleich rasch den Anker des Induktors J, welcher seine Ströme nach dem elektro-magnetischen Apparate E des anderen Theils sendet. Dieser dreht mittelst Schraube ohne Ende und gezahnten Rechens statt des langen Lineals den kleinen vertikal stehenden Spiegel S um c in

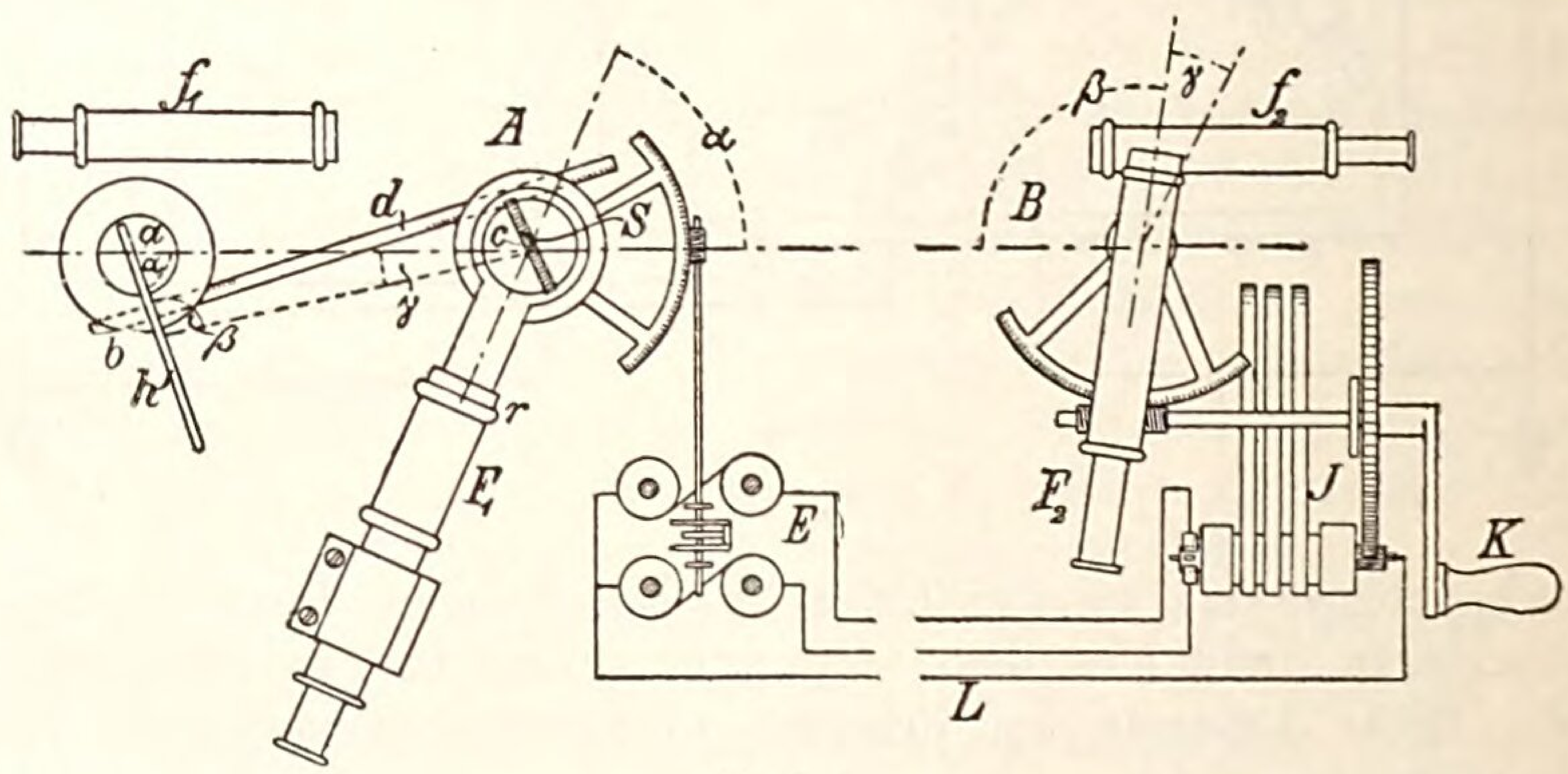


Fig. 148.

gleichem Sinne, und zwar halb so rasch, wie das sich gleichzeitig drehende Fernrohr F_2. In diesem Spiegel sieht der Beobachter A mit der unteren Hälfte seines Objektives die Elfenbeinskala h, welche ihm durch eine verschiebbare halbe Linse r deutlich gemacht wird; mit der oberen Hälfte des Objektivs betrachtet er über die halbe Linse und den Spiegelrand hinweg das entfernte Ziel, so dass Skala und Objekt im Fernrohr liegen.

Um das Fernrohr auf das Ziel zu richten, dreht man es konzentrisch mit dem Spiegel S um c, wobei der Spiegel nicht in seiner selbständigen Drehung behindert wird. Durch zwei Zahnsektoren, von denen einer am Fernrohrträger, der andere an der Skala festsitzt, und die gezahnte Stange d, welche mit ihren Enden in dieselben eingreift, wird die Skala um den Punkt a gleich rasch im anderen Sinne gedreht. Da ausserdem Fernrohraxe und Skala gleichzeitig senkrecht zu

ac zu stehen kommen, so ist stets der Winkel, welchen die Skala mit ac bildet, gleich dem Winkel der Visirlinie an F_1 mit der Verlängerung von ac resp. der Basis AB.

Vor Beginn der Messung werden beide Fernrohre F_1 und F_2 auf die bekannte Weise zu einander parallel gerichtet. Der Beobachter in A dreht ausserdem mit der Hand den Spiegel S so, dass er den Nullpunkt a der Skala im Vertikalfaden sieht. Die Spindel wird dabei vorübergehend ausser Eingriff mit dem Rechen gebracht. Werden nun beide Fernrohre um den nämlichen, beliebig grossen Winkel gedreht, so dass sie einander parallel bleiben, so wird, da sich nach Früherem der Spiegel S um den halben Winkel mitdreht, der Vertikalfaden von F_1 unverändert auf dem Nullstriche der Skala stehen bleiben.

Werden jedoch beide Fernrohre auf ein endlich entferntes Ziel gerichtet, so bleibt der Spiegel S um den halben Konvergenzwinkel γ der beiden Fernrohre zurück. Der nach der Reflexion durch das Fadenkreuz gehende Hauptstrahl fällt nicht mehr in der Richtung ac auf den Spiegel, sondern bildet mit dieser den vollen Winkel γ. Der Beobachter in A sieht also gleichzeitig mit dem entfernten Objekte nicht mehr den Nullstrich im Vertikalfaden, sondern einen anderen Theilstrich der Skala, welcher von ersterem um ab entfernt ist.

Da der Winkel γ auch an der Spitze C des grossen, durch die Visirlinien gebildeten Dreiecks ABC vorkommt, und dieses ausser γ, wie erwähnt, mit dem Dreiecke abc auch noch den Winkel α gemein hat, so sind diese beiden Dreiecke einander ähnlich. Demzufolge ist, wenn D die zu messende Distanz AC, w den Abstand ab des im Fadenkreuze erscheinenden Theilstriches vom Nullpunkte der Skala bezeichnet:

$$D = \frac{AB \cdot ac}{w}.$$

Ist z. B. die durch das Kabel abgemessene Basis $AB = 100$ Schritt, die durch die Konstruktion des Apparates bleibend gegebene Entfernung $ac = 150$ mm und die Skala von a aus in Millimeter getheilt, dann berechnet sich die zu bestimmende Entfernung

$$D = \frac{100 \cdot 150}{w} \text{ Schritt};$$

demnach wird z. B. für

$$
\begin{aligned}
w &= 1 \text{ mm} & D &= 15000 \text{ Schritt,}\\
w &= 2 \text{ „} & D &= 7500 \text{ „}\\
w &= 5 \text{ „} & D &= 3000 \text{ „}\\
w &= 10 \text{ „} & D &= 1500 \text{ „}
\end{aligned}
$$

Die Skala h ist in dem Falle in zehntel Millimeter getheilt,

welche, durch das Fernrohr vergrössert, deutlich abzulesen sind. Demnach kann z. B. die Entfernung zwischen 3000 und 1500 Schritten noch in fünfzig Theile getheilt werden.

Bei Apparaten mit Zeigern müssten letztere, um im gegebenen Falle die Entfernung von 1500 Schritten messen zu können, 3 m lang sein.

Löst man obige Gleichung nach w auf:

$$w = \frac{100 \cdot 150}{D},$$

so kann nach dieser Gleichung die Skala direkt nach den Entfernungen getheilt werden: Bei richtiger Thätigkeit beider Apparate sieht dann der Beobachter in A gleichzeitig mit dem Objekte diejenige Zahl der Skala im Vertikalfaden seines Fernrohres, welche die Entfernung des Objektes darstellt. —

Vorschlag eines elektrischen Abstimmungs-Telegraphen.

(Eingabe an das Abgeordnetenhaus.)

1870.

Der elektrische Abstimmungstelegraph, wie er bereits vor 10 Jahren dem damaligen Präsidio des Abgeordnetenhauses von mir vorgeschlagen wurde, ist in beifolgendem Grundriss (Fig. 149) in $^{1}/_{9}$ natürlicher Grösse dargestellt.

Sein Zweck ist ein doppelter. Einmal soll er auf 3 Zählwerken die Gesammtzahl der Abstimmenden, die Zahl der mit Ja und die Zahl der mit Nein Stimmenden unzweifelhaft angeben. Die Kontrolle der Richtigkeit dieser Zahlen besteht darin, dass die Summe der Ja- und Nein-Stimmen mit den Angaben des Summenzählers übereinstimmen muss. Zweitens soll der Apparat auf einem Papierbande, welches mit den Namen sämmtlicher Abgeordneten bedruckt ist, neben dem Namen eines jeden, der seine Stimme abgegeben hat, mit Oelfarbe deutlich vermerken, ob derselbe mit Ja oder Nein abgestimmt hat.

Die Ausführung der Abstimmung geschieht dadurch, dass auf die Aufforderung des Präsidenten jeder Abgeordnete sich auf seinen Platz begiebt und seinen Abstimmungshebel nach rechts oder links dreht, je nachdem er mit Ja oder Nein stimmen will. Um dies nur dem betreffenden Abgeordneten und keinem Anderen möglich zu machen, kann die Drehung des Abstimmungshebels durch einen Schlüssel ausgeführt werden, welcher nur zu dem betreffenden Platze passt und der dem Inhaber desselben übergeben wird. Hat der Präsident die Ueberzeugung gewonnen, dass alle Abstimmenden ihren Abstimmungshebel eingestellt haben, so lässt er durch einen Diener des Hauses die mit *K* bezeichnete Kurbel so lange herumdrehen, bis sie feststeht, d. i. bei 300 Abstimmenden etwa 20 Mal. Durch diese in etwa einer halben Minute auszuführende Operation wird der Magnetinduktor *A* so oft umgedreht, wie Abstimmungsplätze vorhanden sind, und eine gleiche

Anzahl elektrischer Wechselströme dadurch erzeugt. Gleichzeitig wird durch die Drehung des Magnetinduktors vermittelst der Schraube ohne Ende *t* der Hebel *w* gedreht. Am Ende dieses Hebels sind Kontaktfedern befestigt, welche bei der Fortbewegung des Hebels über die Kontakte *y* fortgleiten, die an der Peripherie der Scheibe *B* angebracht sind. Jeder dieser Kontakte *y* ist durch einen besonderen Draht mit dem Abstimmungshebel eines Abgeordneten laufend verbunden. Durch

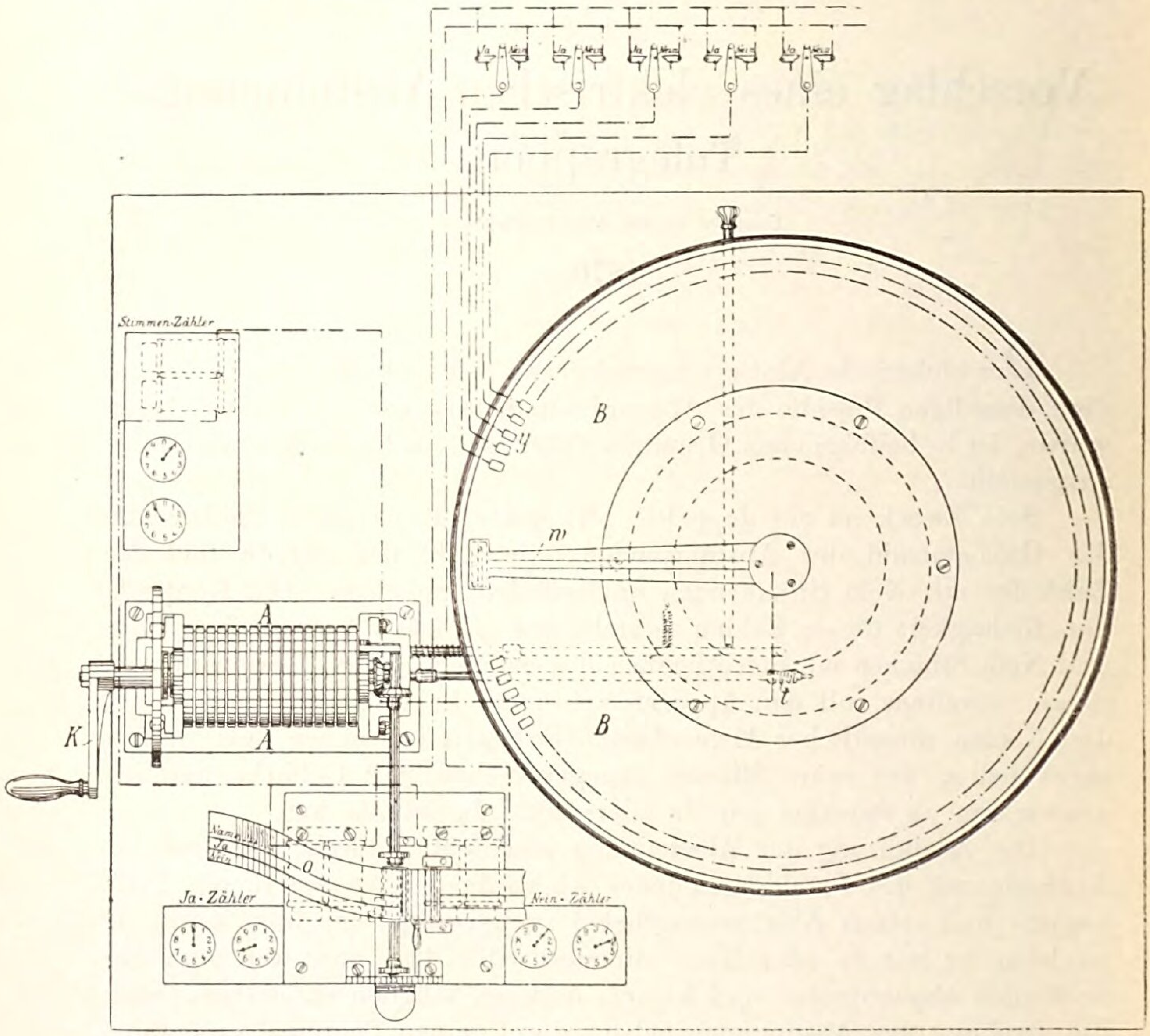


Fig. 149.

den oben erwähnten Induktor werden auf diese Weise jedem Abstimmungshebel 2 Ströme wechselnder Richtung nach einander zugeführt. Je nach der Stellung des Hebels auf Ja oder Nein werden diese Ströme der Ja- oder Nein-Leitung zugeführt und setzen die in dieselbe eingeschalteten Magnete in Thätigkeit. Die Anker dieser Magnete tragen Farb- oder Schreibrädchen, welche auf dem mit *O* bezeichneten gelochten Papierstreifen bei dem Namen des betreffenden

Abgeordneten die Ja- oder Nein-Abstimmung markiren. Gleichzeitig bewegen diese Anker die mit dem Apparate verbundenen Ja- und Nein-Zähler, welche die Stimmen summiren. In den Induktordraht ist ferner der Elektromagnet des Stimmenzählers eingeschaltet, welcher die Zahl aller zur Circulation gekommenen Wechselströme summirt. Da diese Ströme nur dann zur Erscheinung kommen können, wenn der betreffende Abstimmungshebel nach rechts oder links gedreht und dadurch die elektrische Kreisleitung hergestellt ist, so muss die Angabe dieses Stimmenzählers der Summe der Angaben der Ja- und Nein-Zähler gleich sein, wenn der Apparat ohne Fehler arbeitet.

Alle hierbei in Anwendung kommenden Mechanismen haben sich in der telegraphischen Praxis vollkommen bewährt, so dass an der sicheren Arbeit des gut ausgeführten Apparates nicht zu zweifeln ist. Die Leitungsdrähte vom Abstimmungsapparate zu den Abstimmungshebeln werden in dünne Kabel zusammengelegt und unter dem Fussboden fortgeführt, so dass sie nicht hinderlich sind und nicht leicht beschädigt werden können. Wenn es gewünscht wird, lässt sich noch leicht eine Umdrucksvorrichtung beschaffen, mit Hülfe deren man in sehr kurzer Zeit das Abstimmungsprotokoll beliebig oft mechanisch vervielfältigen kann, so dass jedem Abgeordneten und den Stenographen ein Exemplar eingehändigt werden kann. Ausserdem könnte man mit dem Apparate ein grosses Klappensystem verbinden, um jedem Abgeordneten seine Abstimmung direkt vom Platze aus sichtbar zu machen.

Zerstörung feindlicher Kriegsschiffe durch lenkbare Torpedos.

(Eingabe an das Kriegsministerium.)

4. August 1870.

Der einfachste und dem Seemann vertrauteste Weg, Torpedos zu dirigiren, besteht in Folgendem:

Ein gewöhnliches Segelboot mit passender Takellage (Fig. 150) wird mit einem nach unten gerichteten Sporn aus Bandeisen versehen, welcher in der Tiefe von 6 bis 7 Fuss unter dem Wasserspiegel den Torpedo in Röhrenform mit Dynamit gefüllt trägt. Der Torpedo muss ungefähr 20 Pfund Dynamit enthalten, und da es zweckmässig ist, etwa $^1/_3$ ungefüllten Raum zu lassen, etwa 30 Pfund Wasser fassen können.

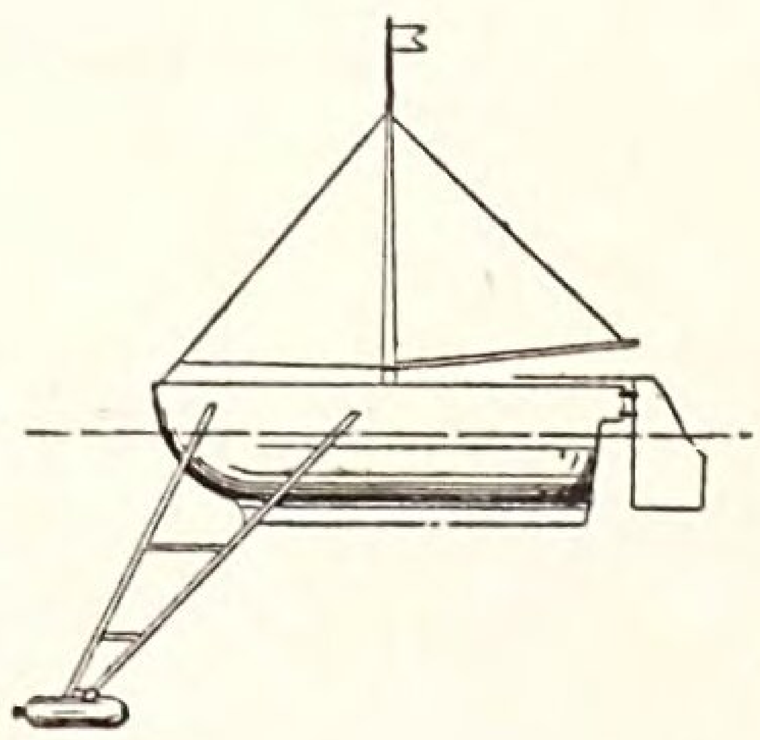


Fig. 150.

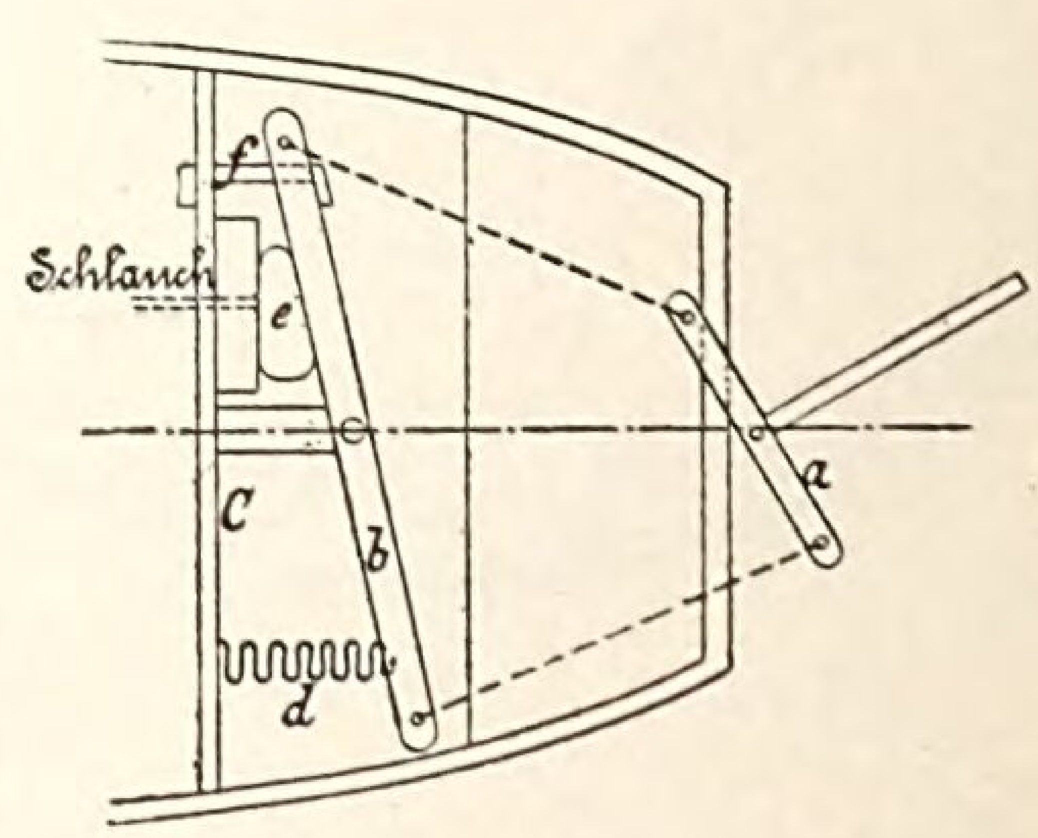


Fig. 151.

Er enthält vorn einen gebräuchlichen Torpedo-Zünder, so dass er beim Anstoss an ein feindliches Schiff explodirt. Das Steuer des Bootes wird nun so eingerichtet, dass man es durch einen grösseren oder geringeren Luftdruck in einer Gummiblase in jede beliebige Stellung bringen und darin erhalten kann. Das Steuer kann zu dem Ende mit einem Querstock *a* (Fig. 151) versehen werden, an dessen Enden dünne Leinen befestigt sind, wie bei kleinen Segelbooten gebräuchlich. Im Boote werden diese Leinen an einem etwas längeren Hebel *b* be-

festigt, dessen Drehaxe mit einem im Boote festgespreizten Holzstücke *c* verbunden ist. Zwischen dem Hebel *b* und dem Holzstück *c* ist auf der einen Seite eine kräftige Stahlfeder *d* und auf der anderen Seite ein Gummisack *e* befestigt. Ist der Gummisack nicht aufgeblasen, so drückt die Feder *d* den Hebel *b* zurück. Das Steuer wird also ganz links gedreht. Wird der Gummisack aber aufgeblasen, so überwindet er die Kraft der Feder, drückt diese zusammen und dreht das Steuer nach rechts. Anstatt der Metallfeder kann man auch an der Seite des Sackes eine ausgedehnte Gummischnur *f* zwischen dem Hebel *b* und dem Holzstück *c* befestigen. Der Gummisack kommunicirt nun mit einem Kautschukrohr, wie sie zu Dampf- und Wasserleitungsröhren vielfach im Gebrauche sind. Es können an seiner Statt auch gewöhnliche Spritzenschläuche verwendet werden, doch genügen ganz dünne Röhren von höchstens $^1/_2$ Zoll Durchmesser. Das Kautschukrohr mündet am besten in der Mitte des Kiels. Dieser Schlauch, der mehrere Tausend Fuss lang sein kann, wird am Lande oder auf dem Boote oder Schiffe, von dem das Torpedoboot ausgesandt werden soll, ähnlich wie ein Schiffstau aufgekäult, so dass er beim Fortgange des letzteren nach Bedarf nachschiesst. Das Ende des Schlauches ist mit einem Pumpencylinder mit Kolben oder auch mit einem anderen, beträchtlich grösseren Gummisack verbunden, welcher letztere zwischen zwei starken Brettern liegt, die man vermittelst eines Hebels oder einer Schraube beliebig zusammenpressen kann. Durch dies Zusammenpressen oder die Niederbewegung des Pumpenkolbens hat man es nun beliebig in der Hand, den Luftdruck im Gummisack *e* so gross zu machen, wie man will, dem Steuer also jede beliebige Stellung zu geben.

Die Operation dürfte nun so auszuführen sein, dass man bei günstigem Winde dem Torpedoboote ein zweites, grösseres Boot folgen lässt, welches den aufgekäulten Schlauch enthält. Das kann entweder in der Nacht oder unter Umständen geschehen, die es dem feindlichen Schiffe wahrscheinlich erscheinen lassen, dass sich ihm Spione oder Lootsen heimlich nähern wollen. In Entfernung von 800 bis 1000 Schritt würde der im Torpedoboote befindliche Mann das Segel solide befestigen und über Bord springen, um an einer Leine das zweite Boot zu erreichen. Dies würde dem Torpedoboote langsam nachfahren und es dabei in richtigem Kurse erhalten. Nachts könnte man auf dem Torpedoboote eine kleine verschlossene Lampe aufhissen, welche nur rückwärts ein schwaches Licht wirft, um die Richtung stets genau beobachten zu können. Ist die Explosion erfolgt, so kehrt das nachfolgende Boot um und zieht den Schlauch dabei wieder ein, der sich durch die Explosion vom Torpedoboote gelöst haben wird. Da der mit Luft gefüllte Schlauch schwimmt, so bietet er bei nicht zu schwachem Winde der Fortbewegung des Torpedobootes kein wesentliches Hinderniss.

In Fällen, wo man keinen Wind hat, oder sich dem Feinde mit einem Boote nicht nähern kann, schlage ich vor, zwei Gummischläuche an einem schwimmenden Balken (oder einem Zinkrohr) anzubringen, welcher den Torpedo in ähnlicher Weise wie oben das Boot trägt. Durch den einen, stärkeren Schlauch wird Wasser gepumpt, wozu vom Lande aus eine gewöhnliche gute Feuerspritze dienen kann. Der zweite Schlauch, welcher der ganzen Länge nach am ersten befestigt ist, wird wie oben mit Luft gefüllt und dient einmal zur Steuerung und zweitens dazu, den mit Wasser gefüllten Schlauch schwimmend zu erhalten. Vorwärts wird dieser Torpedo durch Reaktion des durch den Schlauch gepumpten Wassers getrieben.

Es ist auch ausführbar, durch ein elektrisches Arrangement ein Segel- oder Dampfboot selbstthätig so zu steuern, dass stets ein vorgeschriebener, durch den Kompass gegebener Kurs beibehalten wird. Doch in jetzigen drängenden Zeitverhältnissen sind nur ganz einfache Arrangements anwendbar. Gummischläuche und Säcke sind in jeder Gummiwaarenfabrik zu haben. Auf Verlangen werden Siemens & Halske in Berlin sie besorgen. —

Selbstthätige elektrische Steuerung für Torpedoboote.

1872, 1874.

Der am Schluss des vorhergehenden Aufsatzes ausgesprochene Gedanke, dass es auch mittelst eines elektrischen Arrangements möglich sei, ein Schiff selbstthätig zu steuern, wurde von Dr. Werner Siemens weiter verfolgt, und eine Konstruktion ausgearbeitet, welche ihren Zweck vollkommen erfüllte, wie bereits im November 1872 durch Versuche mit einer von der Kaiserlichen Marine zur Verfügung gestellten kleinen Dampfbarkasse auf dem Tegeler See nachgewiesen wurde. Ihre definitive, — in allen wesentlichen Punkten mit der älteren übereinstimmende — Form erhielt diese Konstruktion im Jahre 1873 und legte dieselbe im Juli 1874 bei grösseren Versuchen auf dem Rummelsburger See sehr befriedigende Proben ihrer Vollendung ab. Im Folgenden wird diese Steuerung, über welche seiner Zeit nichts publicirt worden ist, nach dem in den Akten der Firma Siemens & Halske erhaltenen Materiale kurz beschrieben.

Der wesentlichste Theil des ganzen Apparates ist eine in dem zu steuernden Schiff angebrachte elektrische Kuppelung. Dieselbe besteht aus zwei neben einander liegenden Elektromagneten E_1 und E_2 (Fig. 152), welche mit einer horizontal gelagerten, von der Schiffsmaschine in Umdrehung versetzten Welle W fest verbunden sind. Die Zuführung des elektrischen Stromes geschieht durch Schleiffedern. Die Ankerscheiben A_1 A_2 der beiden Elektromagnete sitzen lose auf derselben Welle W und greifen mit je zwei vorstehenden Stiften s, wie die in Fig. 152 enthaltene Detailzeichnung deutlicher erkennen lässt, in Längsnuthen zweier ihnen gegenüberstehender, konischer Räder C_1 und C_2 ein, welche ebenfalls lose auf der Welle W sitzen. Mit diesen Rädern C_1 C_2 steht ein drittes, grösseres, um eine vertikale Axe drehbares Rad Z in Eingriff. So lange keiner der beiden Elektromagnete erregt wird, nimmt keines der beiden Räder C_1 C_2 an der Drehung der

Welle *W* Theil. Wird aber einer der beiden Elektromagnete, z. B. E_1, erregt, so wird seine Ankerscheibe A_1 mit ihm gekuppelt und dadurch das Rad C_1, also auch *Z*, in entsprechender Richtung in Drehung versetzt. Schickt man dagegen Strom in den Elektromagneten E_2, so bewirkt das Rad C_2 eine Drehung des Rades *Z* in entgegengesetztem Sinne. — Mit dem Rade *Z* ist nun das darüber liegende Sternrad *D* fest verbunden; eine um dieses gelegte Kette *K* führt über 4 Rollen *L* zu den beiden Enden des Umfanges eines um die Axe *B* drehbaren Sektors S, und bewirkt eine Drehung desselben nach der einen oder

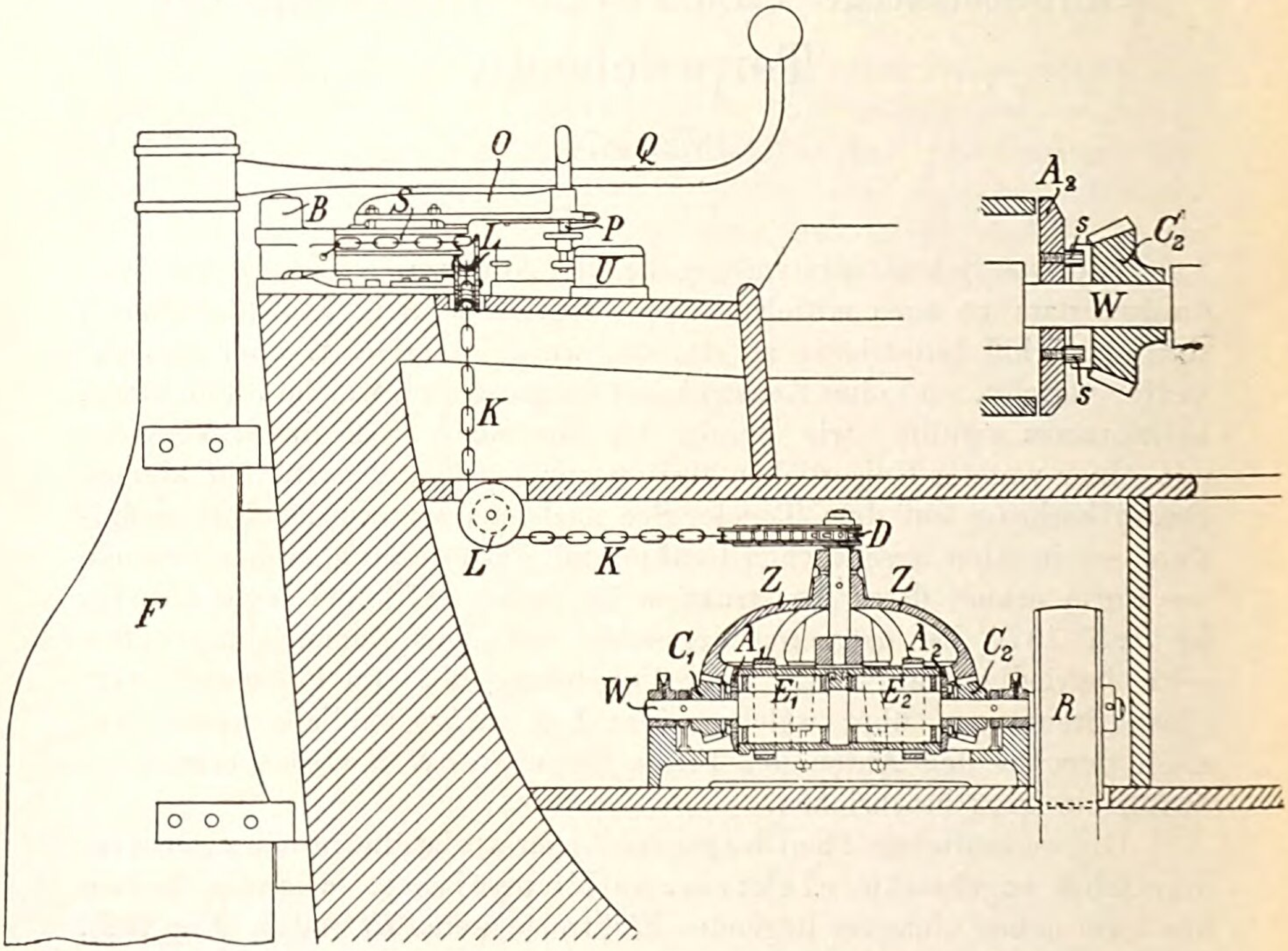


Fig. 152.

anderen Seite, je nach der Drehrichtung des Sternrades *D*. An der Drehung des Sektors *S* nimmt ein mit ihm fest verbundener Arm *O* theil, und ein an dem Ende dieses Armes befindlicher Stift *P*, durch dessen oberen, bügelförmigen Theil der Steuerhebel — die sogenannte Pinne — hindurchgeht, veranlasst eine entsprechende Drehung des Steuerruders *F* selbst.

Das zu steuernde Schiff steht durch einen von ihm abrollenden, dünnen, mit Guttapercha isolirten Draht, mit dem Punkte, von welchem aus es gesteuert werden soll, beständig in leitender Verbindung. Ein

an diesem Punkte aufgestellter Umschalter — im Stromlaufschema Fig. 153 bezeichnet als Steuer am Land mit Batterie — erlaubt den Strom einer zwischen den Klemmen K und Z liegenden Batterie in der einen oder andern Richtung durch den isolirten Leiter, resp. ein leichtes Kabel und ein auf dem Schiff befindliches doppeltes polarisirtes Relais zu senden. Im Zustande der Ruhe liegen die beiden Ankerzungen dieses Relais an den Kontakten a und b. Wird die Kurbel S des Steuers am Lande in der Pfeilrichtung I bewegt, so schliesst die Zunge des Relais-Elektromagneten I den Kontakt c; hierdurch wird der Strom einer im Schiff aufgestellten Lokalbatterie durch den Elektromagneten E_1

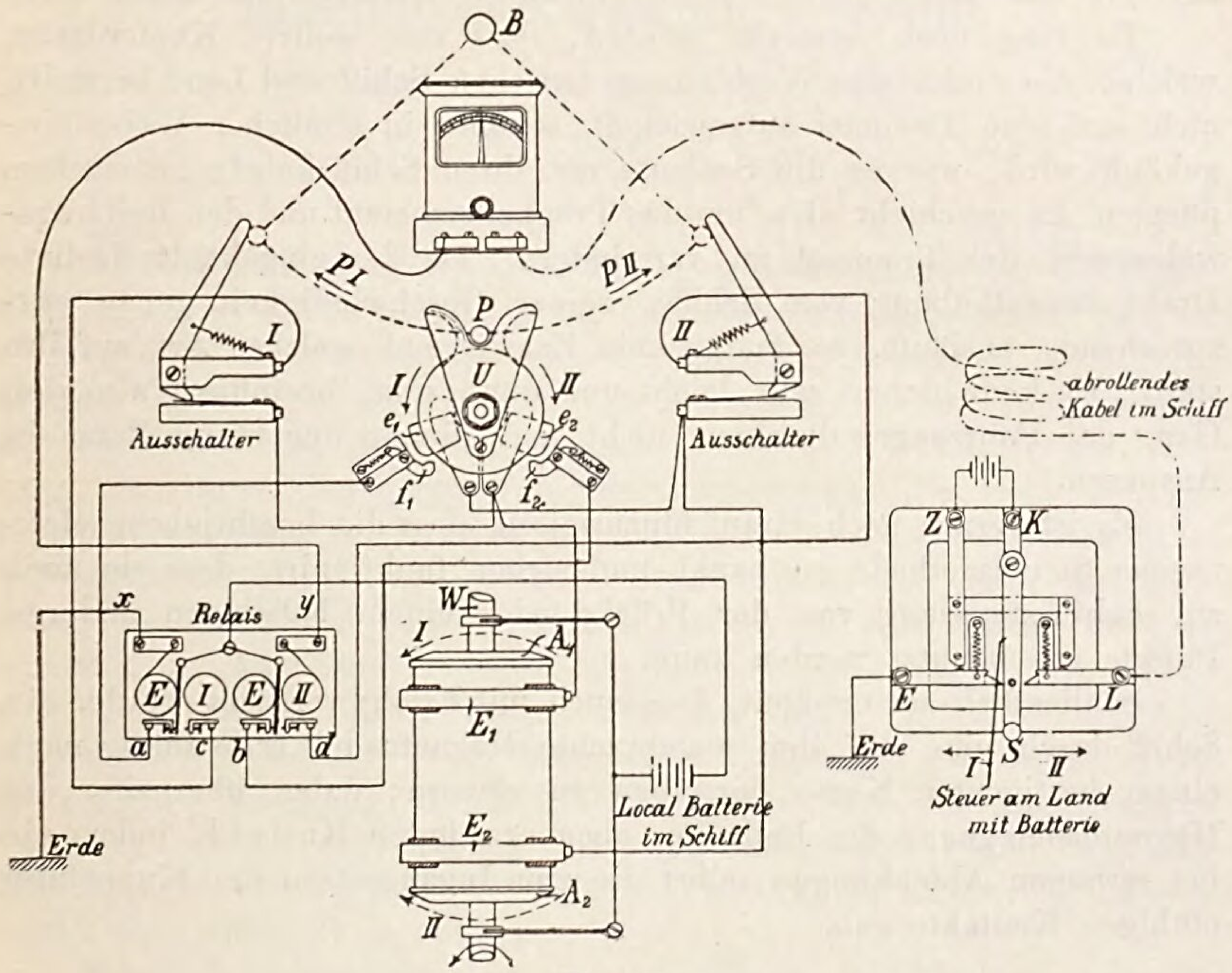


Fig. 153.

der Kuppelung gesandt und dadurch eine entsprechende Drehung des Steuerruders bewirkt. Gleich nach Beginn dieser Drehung stellt der oben erwähnte Stift P durch seine, aus Fig. 153 ersichtliche Wirkung auf einen Umschalter U den Schleifkontakt zwischen den beiden Metallstücken e_1 und f_1 her. Dies hat zur Folge, dass sogleich nach Zurückführung der Steuerkurbel S in ihre Ruhelage, also nach dem Rückgang der Ankerzunge des Relais-Elektromagneten I an den Kontakt a, der Strom der Lokalbatterie im Schiff über a und $(e_1 f_1)$ in die Windungen des Elektromagnetes E_2 der Kuppelung geleitet, also eine Zurückbewegung des Steuerruders bewirkt wird.

Die in Fig. 153 angedeuteten Ausschalter I und II sollen das Steuerruder an einer Ueberschreitung der äussersten zulässigen Grenzlagen verhindern, indem durch den Stoss des Stiftes P gegen die Hebel dieser Ausschalter beim Ueberschreiten dieser Grenzlagen der Lokalstrom geöffnet, also die Kuppelung gelöst wird. Man erkennt ferner aus Fig. 153 leicht, dass der Umschalter U dem Steuer, so lange dasselbe nicht absichtlich aus seiner Ruhelage abgelenkt wird, nur ganz kleine Schwankungen um seine Ruhelage gestattet, indem bei jeder etwas grösseren Ablenkung aus derselben einer der beiden Kontakte $e_1 f_1$ oder $e_2 f_2$ geschlossen und durch die hiermit in Thätigkeit gesetzte Kuppelung die Rückkehr in die Ruhelage erzwungen wird.

Es mag noch bemerkt werden, dass der isolirte Kupferdraht, welcher die elektrische Verbindung zwischen Schiff und Land herstellt, nicht auf eine Trommel aufgewickelt, sondern in ähnlicher Weise eingekäult wird, wie es die Seeleute mit ihren Schiffskabeln zu machen pflegen. Es geschieht dies, um das Trägheitsmoment und den Reibungswiderstand der Trommel zu vermindern. Da der eingekäulte isolirte Draht ohne Reibung vom Schiffe, seiner Geschwindigkeit genau entsprechend, ausläuft, so findet kein Zug irgend welcher Art auf ihn statt. Er kann daher sehr leicht und dünn sein, beeinflusst also den Gang des Fahrzeuges durchaus nicht und nimmt nur wenig Raum in Anspruch.

Es ist ferner noch darauf hinzuweisen, dass die beschriebene elektrische Steuermethode so exakt und sicher funktionirt, dass sie auch zur Schiffssteuerung von der Brücke oder einem beliebigen anderen Punkte aus benutzt werden kann.

Schliesslich sei erwähnt, dass auch mit Erfolg versucht wurde, ein Schiff durch eine auf ihm angebrachte Magnetnadel selbstthätig nach einem bestimmten Kurse derselben zu steuern; dabei übernahm die Magnetnadel genau die Rolle der oben erwähnten Kurbel S, indem sie bei etwaigen Ablenkungen selbst die zum Ingangsetzen der Kuppelung nöthigen Kontakte gab.

Verbesserungen im Erzeugen und Anwenden magnet-elektrischer Ströme.

(Englisches Patent Nr. 1919 vom 25. Juni 1872.)

1872.

Wenn man den Polen eines kräftigen Elektromagnetes oder Stahlmagnetes eine solche Gestalt giebt, dass sie sich in hinreichend grossen ebenen oder koncentrischen Flächen nahe gegenüberstehen, so ist der Magnet als ein geschlossener zu betrachten, welcher nach aussen hin gar keine oder doch nur eine sehr schwache Wirkung ausübt. Bewegt man durch den engen Zwischenraum zwischen den Polflächen ein passend gebogenes Stück eines geschlossenen Leitungskreises hindurch, so entsteht in demselben ein Strom, dessen Stärke der vom Leiter zwischen den Polflächen überschrittenen Fläche und der Stärke des gesammten im Magneten erzeugten Magnetismus proportional ist. Füllt man den ganzen Zwischenraum zwischen den Polflächen mit dem isolirten Leitungsdraht — in Form einer Drahtrolle — aus, so erhält man durch Bewegung dieser Rolle das Maximum der inducirenden Wirkung, deren der Magnet fähig ist; umgekehrt erhält man das Maximum der bewegenden Kraft, wenn man einen elektrischen Strom durch eine solche Rolle sendet.

Diese Bewegung einer in einem kräftigen ringförmigen magnetischen Felde schwebenden Drahtrolle kann man für telegraphische Zwecke aller Art nutzbar machen, insbesondere auch zur Herstellung äusserst empfindlicher Relais für sehr lange submarine Leitungen. Um Vibrationen der Rolle zu verhüten, welche die Kontakte unsicher machen könnten, wickele man den Draht derselben auf einen dünnen Metallcylinder — am besten von Aluminium — oder umgebe die Rolle von aussen mit einem solchen; dadurch wird eine starke Dämpfung bewirkt, ohne dass die Empfindlichkeit vermindert würde.

Fig. 154 zeigt den Grundriss und theilweisen Querschnitt eines dem oben Gesagten entsprechend konstruirten Apparates. *N* und *S*

sind die beiden Pole eines Magnetes; N^1 ist eine den Pol N vergrössernde Eisenplatte mit cylindrischer Durchbohrung, durch welche der Pol S hindurchragt. In dem ringförmigen Zwischenraum zwischen N^1 und S hängt eine Drahtrolle C an zwei Drahtfedern A, die zugleich als Stromzuleitungen dienen. Diese Federn sind isolirt in dem Stück B befestigt, welches zwischen zwei Spitzen drehbar ist und mittels einer auf den Arm D wirkenden Stellschraube und Feder so eingestellt werden kann, dass die Rolle C genau vertikal hängt. Die mittlere der drei Federn A dient als Zuleitung zum Metallkörper der Rolle C. Wenn ein elektrischer Strom durch die Windungen der Rolle gesandt wird, so hebt oder senkt sich die Rolle je nach der Richtung

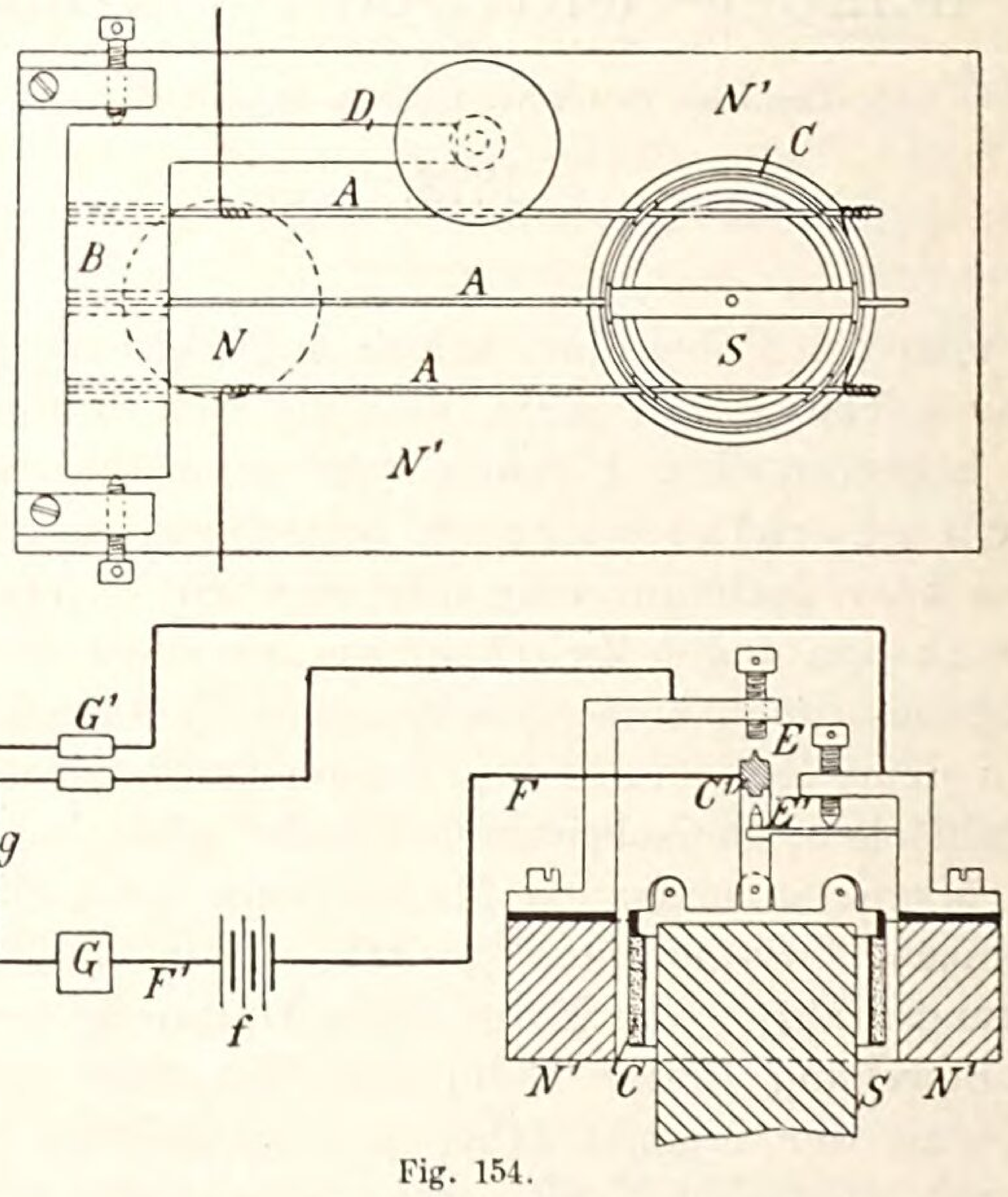


Fig. 154.

des Stromes; Wechselströme bewirken eine auf- und niedergehende Bewegung. Das in Fig. 154 enthaltene Stromschema giebt ein Beispiel, wie diese Bewegungen telegraphischen Zwecken dienen können. Ein auf der Rolle C sitzender Metallbügel C^1 trägt ein oben mit einer Spitze, unten mit einer ebenen Fläche versehenes Metallstück, welchem oben der Kontakt E mit ebener Fläche, unten der Kontakt E^1 mit Spitze nahe gegenübersteht. Der Bügel C^1 ist mit Hülfe der mittleren Drahtfeder A mit dem einen Pole einer Batterie f verbunden, der zweite Batteriepol steht durch einen Leiter F^1 mit einem Kommutator G in Verbindung; von diesem führen zwei Leitungen g und g^1 zu den beiden Abtheilungen eines zweiten Kommutators G^1, welche andrerseits auch mit den Kontaktstücken E und E^1 leitend verbunden sind. Bei Hebung

der Rolle C schliesst sich also durch den Kontakt E der Stromkreis f, F, C^1, E, G^1, g, G, F^1, bei Senkung derselben durch den Kontakt E^1 der Stromkreis f, F, C^1, E^1, G^1, g^1, G, F^1. In die Leitungen g und g^1 eingeschaltete Telegraphenapparate erhalten also intermittirenden Strom von der Batterie f, wenn Wechselströme durch die Rolle C gesandt werden. Man kann auch die beiden Abtheilungen des Kommutators G^1 mit einander verbinden und nur einen Apparat zwischen G und G^1 einschalten. Hört der durch die Rolle C gehende Strom auf, so kehrt dieselbe genau in ihre Ruhelage zurück.

Man kann den Apparat auch so abändern, dass die Rolle C in horizontaler Richtung schwingt, indem man die Magnetpole N und S horizontal lagert und die Rolle C an vier Fäden aufhängt, so dass sie durch die Schwere in ihre Ruhelage zurückgeführt wird.

Fig. 155 zeigt das Schema eines Apparates, bei welchem die Bewegung der Drahtrolle in einer Kreisbahn erfolgt. Der eine Magnetpol N ist durch einen Ring N^1 vergrössert, der den anderen Pol S umschliesst.

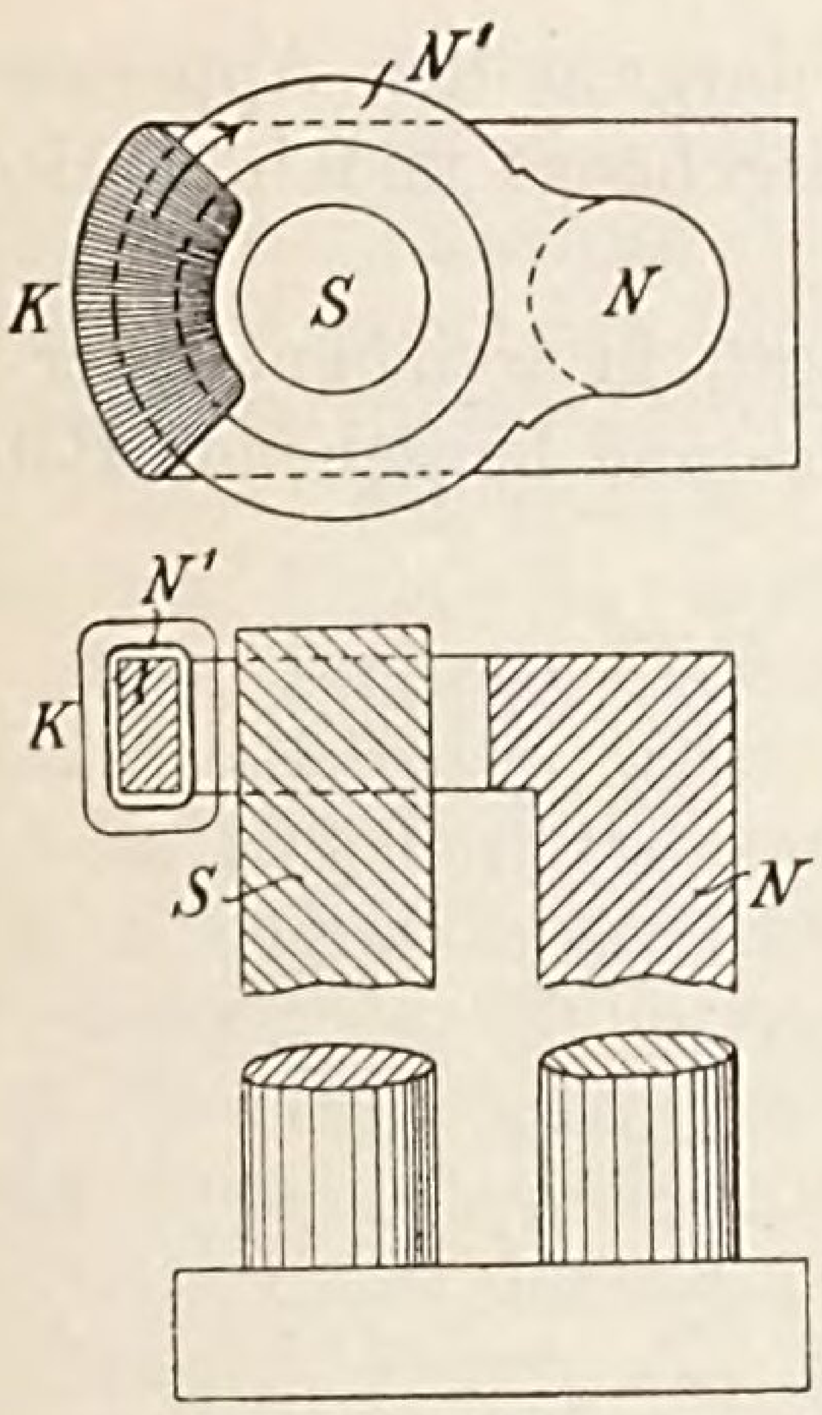


Fig. 155.

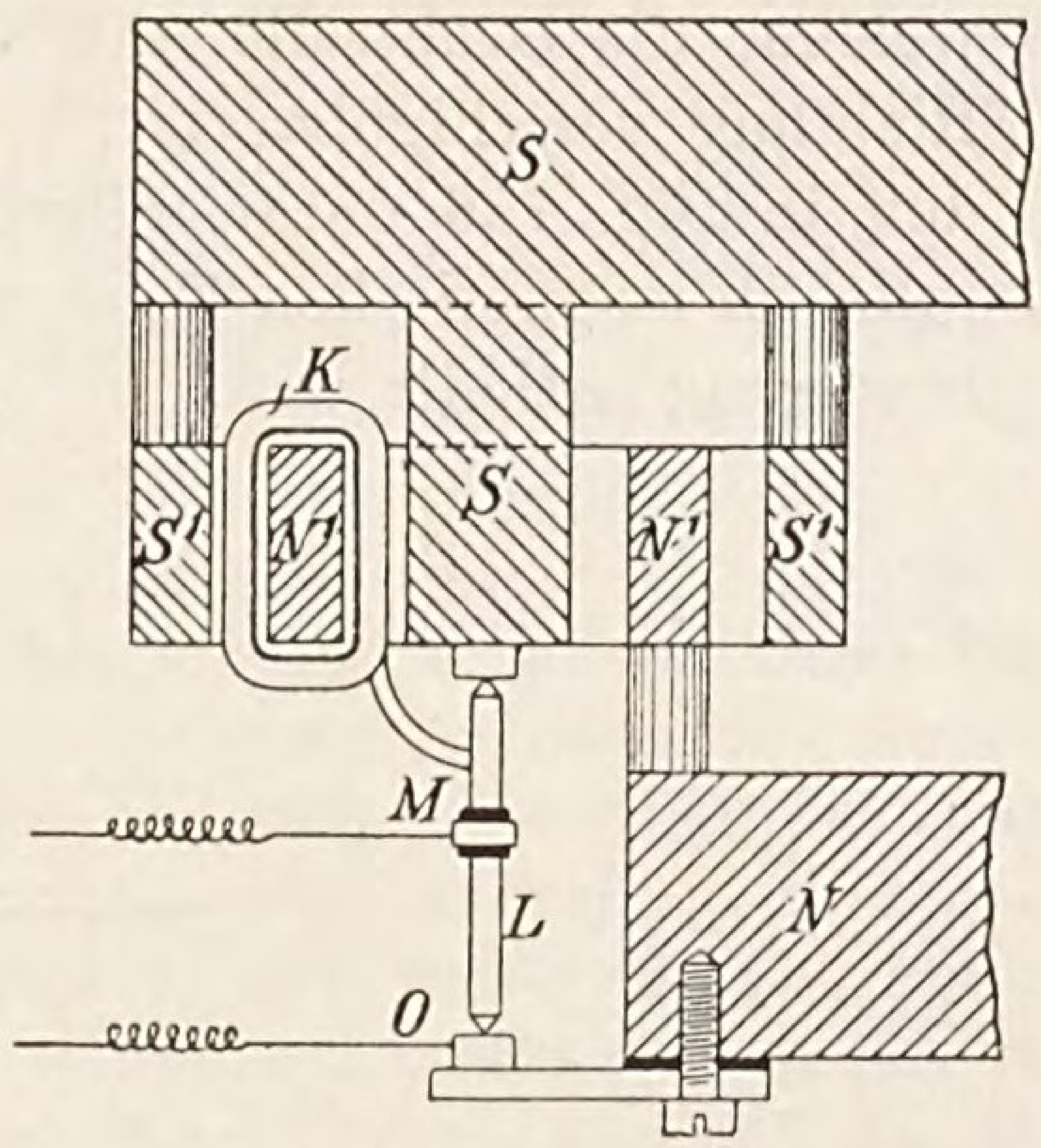


Fig. 156.

Den Ring N^1 umgiebt eine querbewickelte und längs des Ringes frei verschiebbare Drahtrolle K. Geht ein elektrischer Strom durch dieselbe, so bewegt sie sich nach der einen oder anderen Seite, je nach der Richtung desselben; umgekehrt werden Ströme in derselben erzeugt, wenn sie mechanisch längs des Ringes verschoben wird.

Fig. 156 zeigt einen ähnlichen Apparat wie den vorigen in vollständigerer Ausführung. Hier trägt der eine Magnetpol N einen ringförmigen Ansatz N^1, und der andere Pol den Cylinder S und die ringförmige Erweiterung S^1. Den Ring N^1 umschliesst eine auf Ebonit oder anderes unmagnetisches Material gewickelte Drahtrolle K, welche von einer vertikalen Axe L getragen wird. Das eine Ende der Windungen

dieser Rolle ist durch das untere Lager der Axe *L* mit dem Drahte *O*, das andere, gegen *L* isolirte, mit dem Drahte *M* verbunden. Versetzt man die Axe *L* und mit ihr die Rolle *K* in Schwingungen, so werden die Leiter *M* und *O* von Wechselströmen durchflossen; sendet man umgekehrt Wechselströme in die Rolle *K*, so versetzen diese dieselbe in Schwingungen um die Axe *L*.

Als neu und meine Erfindung betrachte ich

1. den in Fig. 154 dargestellten Apparat, in welchem eine in einem magnetischen Felde schwebende Drahtrolle durch elektrische Ströme in Bewegung gesetzt wird oder bei mechanischer Bewegung elektrische Ströme erzeugt;
2. die in Fig. 154 veranschaulichte Art und Weise, die Bewegung einer solchen Rolle zum Schliessen von Lokalbatterien zu benutzen;
3. das Umgeben von in magnetischen Feldern beweglichen Drahtrollen mit einem Mantel von Aluminium oder anderem Metall zum Zwecke der Dämpfung;
4. Die Modifikation des in Fig. 154 dargestellten Apparates, bei welcher die Drahtrolle an Fäden aufgehängt und in horizontaler Richtung verschiebbar ist;
5. den in Fig. 156 dargestellten Apparat, in welchem einer Drahtrolle im magnetischen Felde eine hin- und hergehende Rotationsbewegung ertheilt wird.

Selbstregulirende elektrische Lampen von Siemens & Halske.

(Auszug aus dem englischen Patent No. 2006 vom 5. Juni 1873.)

1873.

Vorbemerkung. Die nachstehend beschriebenen selbstregulirenden elektrischen Lampen beruhen auf dem von Werner Siemens angegebenen Princip der Differenzialregulirung durch Haupt- und Nebenstrom; die konstruktive Durchführung desselben ist das Verdienst des Herrn von Hefner-Alteneck, des langjährigen Chefs des Konstruktionsbüreaus der Firma Siemens & Halske. Das Princip ist das folgende: Es wird ein Elektromagnet mit wenigen Windungen starken Drahtes in den Hauptstrom, ein zweiter mit vielen Windungen feinen Drahtes im Nebenschluss zum Lichtbogen eingeschaltet. Beide Elektromagnete wirken auf einen Differentialbewegungsmechanismus derart, dass die Thätigkeit des Hauptstromes die Kohlen von einander entfernt, während die des Nebenstromes sie einander nähert. Bei einem bestimmten Kohlenabstande tritt Ruhe ein; bei weiterem Abbrennen der Kohlen wird dann der Hauptstrom schwächer und zugleich der Nebenstrom stärker. Durch das Arbeiten des letzteren werden die Kohlen wieder zusammengeführt. Erlischt der Bogen, so verstärkt sich dieses Arbeiten bis zur Berührung der Kohlen; dann wird der Hauptstrom zu stark und führt die Kohlen bis zum Eintritt des Gleichgewichts wieder auseinander.

Schema *I* der Fig. 157 stellt eine für Wechselstrom eingerichtete Lampe dar. Die Halter der Kohlen *a* und *b* können durch Drehung einer mit Rechts- und Linksgewinde versehenen Schraube *c* einander genähert oder von einander entfernt werden. Die Drehung dieser Schraube wird durch zwei an den Ankerzungen der polarisirten Elektromagnete *g* und *h* sitzende Stösser *e* und *f* vermittelst des Zahnrades *d* bewirkt. *g* ist der im Hauptstrom liegende Elektromagnet, *h* der im Nebenschluss zum Lichtbogen liegende. Berühren sich die

Kohlen a und b und schickt man Strom durch die Lampe, so bleibt der Elektromagnet h zunächst stromlos, während g den vollen Strom erhält und nun durch seine in Folge dessen hin- und hergehende Ankerzunge mittelst des Stössers e das Rad d in dem Sinne dreht, dass die Kohlen sich von einander entfernen. Ist dadurch der Widerstand im Hauptkreise bis zu einer gewissen Höhe gewachsen, so hört der Elektromagnet g auf zu arbeiten, dagegen wird der durch den Elektromagneten h gehende Nebenstrom stark genug, um den Anker desselben mit dem Stösser f in oscillirende Bewegung zu versetzen und dadurch das Rad d in dem Sinne zurückzudrehen, dass die Kohlen sich ein-

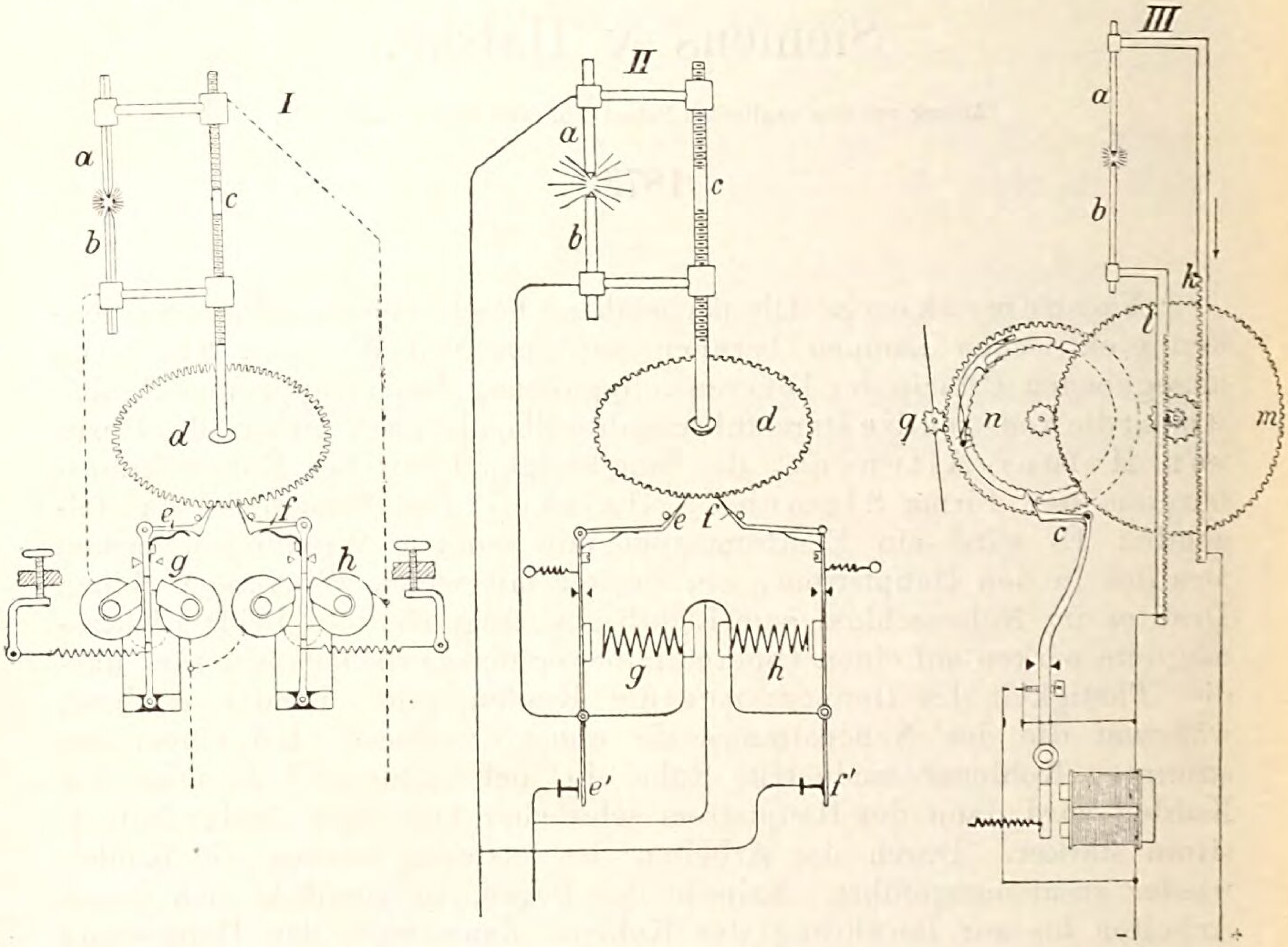


Fig. 157.

ander wieder nähern. Die Lampe regulirt so automatisch auf eine ganz bestimmte Länge des Lichtbogens. Damit der ruhende Stösser das Rad d an der durch den andern hervorgerufenen Drehung nicht hindere, werden die Stösser durch Auflaufen eines Stiftes an einer schiefen Fläche aus den Zähnen des Rades d gehoben, sobald sich ihre Ankerzungen den Ruheanschlägen nähern.

Die in Schema II dargestellte Lampe ist für G l e i c h s t r o m bestimmt. Zieht der im Hauptstrom liegende Elektromagnet g seinen Anker an, so schliesst er den Kontakt e' und eröffnet damit dem Strom einen seine Windungen umgehenden, direkten Weg zum Lichtbogen.

Der dadurch herbeigeführte Abfall des Ankers lenkt den Strom von Neuem in den Elektromagneten, und dieses Spiel wiederholt sich, bis der Lichtbogen so gross geworden, dass der im Nebenschluss liegende Elektromagnet *h* Strom genug erhält, um seinen Anker anzuziehen. Dieser unterbricht nun durch Oeffnung des Kontakts *f'* seinen Strom selbst, lässt seinen Anker wieder abfallen, erhält also von Neuem Strom und so fort; die dadurch hervorgerufene oscillirende Bewegung des Stössers *f* dreht das Rad *d* in dem Sinne, dass der Lichtbogen wieder kleiner wird.

Einen der beiden Elektromagnete kann man ganz fortlassen, wenn man das Uebergewicht des oberen Kohlenhalters — oder auch eine dasselbe ersetzende Feder — dazu benutzt, um die Kohlen einander zu nähern. Schema *III*, Fig. 157, zeigt eine derartige Anordnung. Die Kohlenhalter werden von den Zahnstangen *k* und *l* getragen, welche in zwei auf derselben Axe sitzende Triebe eingreifen, deren Durchmesser sich ungefähr wie 1 : 2 verhalten, wenn die Lampe für Gleichstrom bestimmt ist. Bekanntlich brennt ja bei Anwendung gleichgerichteter Ströme die mit dem positiven Pol verbundene Kohle etwa doppelt so schnell ab wie die andere; wenn also *k* sinkt, darf *l* nur halb so schnell steigen, damit der Lichtbogen dieselbe Stelle im Raum beibehält. Das Sinken des oberen Kohlenhalters wird durch einen Windfang *q* unter Vermittlung der Zahnräder *m* und *n* verlangsamt. Der im Hauptstrom liegende Elektromagnet hat die Aufgabe, durch das Eingreifen des Stössers *c* an seiner Ankerzunge in die Zähne des Rades *n* der sinkenden Bewegung des oberen Kohlenhalters das Gleichgewicht zu halten resp. sie in eine steigende umzuwandeln, wenn die Kohlen einander zu nahe kommen. Damit hierbei nicht auch der Windfang rückwärts gedreht werden muss, ist das Triebrad desselben lose auf seine Axe aufgesetzt und nur durch eine Sperrklinke mit dem Rade *n* verbunden. Im Uebrigen geschieht die hin- und hergehende Bewegung des Ankers des Elektromagneten durch Schliessung und Oeffnung eines Kontaktes genau so wie bei dem Elektromagneten *g* in Schema *II*.

Verbesserung automatischer Telegraphenapparate zum Senden und Empfangen von Morseschrift, Steinheilschrift oder Typendruck unter Anwendung von Strömen gleicher oder wechselnder Richtung.

(Beschreibung zum belgischen Patent Nr. 32830 vom 27. Juni 1873.)

1873.

Vorbemerkung. Der in der folgenden Patentbeschreibung mitenthaltene Dosenschriftgeber ist eine Konstruktion des Herrn von Hefner-Alteneck.

Die Verbesserung der Sender besteht zunächst darin, dass bei denselben die Typen zur automatischen Abgabe der Ströme in ein und demselben Apparate fortlaufend gesetzt, abtelegraphirt und wieder aufgelöst werden, um von neuem in der nämlichen Reihenfolge benutzt werden zu können. Die Typen sind gebildet durch Stifte (oder sonst passend geformte Theile), welche verschiebbar in den Gliedern einer endlosen Kette stecken oder an dem kreisrunden Umfange eines Gehäuses (Dose) angeordnet sind. Die Stifte können entweder nach beiden Seiten (für Steinheilschrift) verschoben werden — wobei später die nach der einen Seite verschobenen Stifte die Abgabe der positiven, die nach der anderen Seite verschobenen die der negativen Ströme in die Leitung vermitteln sollen —, oder nur nach einer Seite (für Morseschrift), wobei ein vorgeschobener Stift zwischen zwei unverschobenen einen Punkt, zwei oder drei aufeinander folgende unverschobene Stifte einen kleineren oder grösseren Zwischenraum darstellen. Das Setzen der Typen, d. h. das Verschieben der Stifte in entsprechender Gruppirung, geschieht durch Drücken von Tasten, von welchen für jedes in der Telegraphie vorkommende Zeichen je eine vorhanden und dementsprechend bezeichnet ist. Die hierzu erforderliche mechanische Verbindung mit den Theilen, welche zunächst bei ihrem Vor-

gehen die Stifte treffen und verschieben, ist im Princip das nämliche, wie es in dem Tastenapparate zum Vorlochen der bisher zur automatischen Telegraphie gebräuchlichen Papierstreifen nach Dr. W. Siemens zuerst angewandt ist: jede der Tasten steht mit einem Blechstreifen derart in Verbindung, dass beim Drücken der Taste letzterer verschoben wird. Es sind also ebensoviele dieser Bleche vorhanden, wie Tasten, und treffen dieselben bei ihrem Vorgehen mit ihrer Vorderkante gegen eine Anzahl anderer Bleche, welche quer dicht vor den ersteren liegen und welche so mit den die Stifte treffenden Theilen zusammenhängen, dass bei Bewegung je eines derselben je ein Stift an der Kette oder Dose aus seiner normalen Lage verschoben wird. Um nun die nöthige Gruppirung bei Verschiebung der Stifte zu erzielen, sind die ersterwähnten, mit den Tasten unmittelbar zusammenhängenden Bleche an ihrer Vorderkante derart ausgefeilt, dass sie beim Druck einer Taste immer nur diejenigen Querbleche treffen, welche bei ihrem gleichzeitigen Vorgehen die dem Zeichen der gedrückten Taste entsprechende Verschiebung in den Stiften hervorrufen.

Nach jedem Tastendrucke werden die durch denselben verschobenen Stifte der Einwirkung der Tasten entrückt und an deren Stelle dicht vor den die Verschiebung unmittelbar bewirkenden Theilen die Stifte in normale Lage gebracht. Die hierzu nöthige sprungweise Bewegung eines Theiles der Kette (resp. sprungweise Drehung der Dose) lassen wir entweder durch den Druck auf die Taste selbst hervorbringen oder durch eine Feder oder ein fallendes Gewicht, deren Einwirkung durch den Druck auf die Taste für die nöthige Zeitdauer herbeigeführt wird. Im ersteren Falle geschieht die Bewegung durch Vermittelung eines Sperrades, welches mit der Dose oder dem die Kette führenden Rade auf der gleichen Axe sitzt und auf welches mittelst einer Sperrklinke ein von den erwähnten Querblechen aus bewegter Hebel drehend einwirkt. Die Lage der Axe dieses Hebels zu den Querblechen ist der Art gewählt, dass bei langen Zeichen der Hebel von einem seiner Axe näher gelegenen Querbleche getroffen wird, als bei kurzen; dementsprechend ist — da alle Querbleche sich gleich viel bewegen — sein Hub und damit die Bewegung der Kette oder Dose grösser oder kleiner. Diese Verhältnisse sind so abgepasst, dass die Fortbewegung der Stifte bei jedem Tastendrucke genau der Länge des gleichzeitig typisch dargestellten Zeichens plus dem vorschriftsmässigen Zwischenraume entspricht.

Im anderen Falle, wo mit dem Drucke der Tasten die in Rede stehenden Bewegungen nur ausgelöst werden sollen, lassen wir einen Sperrkegel, welcher in der Ruhe das Kettenrad oder die Dose an einem mit dieser auf gleicher Axe sitzenden Sperrade festhält, durch Auflaufen der vordersten der durch einen Tastendruck vorgehenden Stifte an einer am Sperrkegel angefeilten schrägen Fläche aus den

Zähnen des Sperrades ausheben. Besagte schräge Fläche ist breiter als die innerhalb eines Zeichens vorkommenden Zwischenräume, welche hier bekanntlich durch nicht vorgeschobene oder fehlende Stifte sich darstellen. Der Sperrkegel kann also nicht früher wieder einfallen, als bis unter Einwirkung des treibenden Gewichts (resp. Feder) das ganze Zeichen unter der schrägen Fläche passirt ist, und zwar in Folge einer weiteren entsprechenden Verbreiterung der letzteren mitsammt dem vorgeschriebenen Zwischenraume.

Werden die Stifte nach zwei Seiten verschoben, dann trägt der Sperrkegel zwei schräge Flächen, von denen die eine oder andere in Wirksamkeit tritt, je nachdem der erste und letzte der verschobenen Stifte nach der einen oder anderen Seite vorgetreten ist.

Den Theilen, welche durch ihr Vorgehen unmittelbar die Verschiebung der Stifte bewirken, geben wir die Form von runden Stössern, und führen sie an ihrem vorderen Ende so, dass sie seitlich ausweichen können, wenn die Bewegung der Stiftenreihe eintritt und sich nicht bei gedrückter Taste gegen die unverschobenen Stifte stossen und besagte Bewegung hemmen.

Hinsichtlich der Art und Weise, wie die in Form verschobener Stifte vorbereiteten Zeichen zur automatischen Abtelegraphirung gelangen, bietet der Sender gewisse Verschiedenheiten, je nachdem er mit Kette ohne Ende oder Dose als Träger der Stifte konstruirt ist.

Zur Darstellung der Zwischenräume zwischen den einzelnen Worten ist eine besondere Taste ohne Bezeichnung vorhanden, welche mit dem Setzrade oder der Dose derart in mechanischer Verbindung steht, dass diese beim Drücken dieser Taste um den entsprechenden Winkel gedreht werden, ohne dass dabei ein Stift verschoben wird.

Bei dem Kettensender ist die Kette ohne Ende, nachdem sie von dem Rade kommt, an welchem das Setzen der Typen in beschriebener Weise vor sich ging, über ein zweites Rad (Gebrad) mit Zähnen geführt, welches, sobald es die in Folge des sprungweisen Nachschiebens des anderen Rades nachlassende Spannung des zwischen beiden Rädern dann schlaff herabhängenden Theiles der Kette erlaubt, einen mit Typen besetzten Theil der Kette mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortführt. Die hierzu erforderliche gleichförmige Drehung des Gebrades wird entweder durch ein besonderes Laufwerk mit Windfang und Gewicht oder Federbetrieb hervorgerufen, oder sie wird selbstthätig durch die Bewegung des Vorbereitungsmechanismus bewirkt. Bei der letzteren Modifikation ist das Laufwerk des Gebrades mit dem Setzrade durch eine verhältnissmässig schwache Feder in Verbindung, deren eines Ende mit der Axe des Setzrades und deren anderes Ende mit dem sich lose auf dieser Axe drehenden ersten Rade des Laufwerks verbunden ist, so dass die in beschriebener Weise sprungweise Drehung des Setzrades die Feder aufzieht. Auf die in

ähnlicher Weise hervorgebrachte Bewegung des stromgebenden Mechanismus kommen wir später zurück.

Um durch die vorgeschobenen Stifte die Ströme in die Leitung zu geben, können unter Umständen die hierzu erforderlichen Kontakte durch die verschobenen Stifte selbst hergestellt werden, wenn sie in den Stromkreis gelegt sind und bei ihrer gleichförmigen Bewegung am Gebrade des Kettensenders gegen ein ebenfalls in den Stromkreis gelegtes federndes Metallstück mit schräger Fläche treffen, welches dann auch gleich die Wiederzurückbringung der Stifte in ihre normale Lage besorgen könnte. Wir ziehen es aber vor, die vorgeschobenen Stifte mit ihrer Mantelfläche gegen zugeschrägte Enden von einem resp. zwei Kontakthebeln treffen zu lassen, welche bei ihrer dadurch hervorgerufenen oscillirenden Bewegung die Kontakte in später zu beschreibender Weise bewirken. — Nachdem die Kette ohne Ende die Kontakthebel passirt hat, wird sie zwischen schrägen Flächen oder Rollen, durch welche die vorgeschobenen Stifte in ihre normale Lage zurückgebracht werden, hindurch und dann wieder zum Setzrade zurückgeführt.

Selbstredend ist die Kette bedeutend länger als der beschriebene Weg, den sie zurücklegt. Je nachdem der Telegraphist die Zeichen auf der Tastatur im Mittel rascher oder langsamer greift, als gleichzeitig andere am Gebrade abtelegraphirt werden (welche Geschwindigkeit übrigens durch Verstellen der Windfangflügel beliebig regulirt werden kann), wird der mit Typen besetzte, vor dem Gebrade liegende Theil der Kette sich vergrössern und muss demnach der Telegraphist innerhalb eines gewissen, der überschüssigen Länge der Kette entsprechenden Spielraumes die Geschwindigkeit, in welcher er die Tasten greift, der von der Stellung des Windfanges abhängigen Geschwindigkeit, mit welcher das Abtelegraphiren vor sich geht, anpassen.

Beim Dosensender, bei welchem, wie erwähnt, die verschiebbaren Stifte an dem kreisrunden Umfange einer Dose sich befinden, tritt an Stelle des Kontakthebels ein Zeiger mit nachgiebig gemachter, schräg abgestumpfter Spitze, welcher die vorgeschobenen Stifte an ihrer nach innen liegenden Rundung überstreicht, und dessen dadurch hervorgerufene oscillirende Bewegung sich durch einen kleinen, fest am Zeiger gelagerten Winkelhebel, welcher durch einen eingefraisten Schlitz auf einem in einer centrischen Bohrung der Zeigeraxe liegenden und über den Zapfen der letzteren vorsehenden Stift hin- und herschiebend wirkt (oder durch einen sonst passenden Mechanismus), auf den fest am Gestell gelagerten eigentlichen Kontakthebel überträgt. Die Dose selbst dreht sich lose um die Axe des Zeigers, wogegen ausser dem Zeiger auf der gleichen Axe festsitzen ein innerhalb der Dose gelegenes Zahnrad, welches mit oder ohne weitere Zahnradübersetzung in das Trieb oder die endlose Schraube eines fest an der Dose gelagerten

Windfangs eingreift, ferner das eine Ende einer genügend gespannten Uhrfeder, deren anderes Ende am Gestelle befestigt ist.

In der Ruhe hält diese Feder den Zeiger gegen einen Anschlag fest, welcher dicht hinter der Stelle liegt, an der die Verschiebung der Stifte stattfindet. Die durch das Drücken einer Taste auf eine der beschriebenen Arten hervorgerufene sprungweise Drehung der Dose bringt den Zeiger von diesem Anschlage weg und zieht dabei die Feder weiter auf. Indem diese durch das innerhalb der Dose liegende Rad den Windfang in der Dose in Rotation um seine Axe versetzt, bringt sie den Zeiger wieder an den Anschlag zurück, wobei dieser die vorgeschobenen Stifte überstreicht und durch Bewegung des Kontakthebels deren Bedeutung der entfernten Station übermittelt.

Der Zeiger macht also die sprungweise Drehung der Dose mit, unbeschadet seiner relativ zur Stiftenreihe gleichmässigen Rückwärtsbewegung, welche durch die Feder hervorgerufen und durch den (übrigens verstellbaren) Windfang in der Dose in ihrer Geschwindigkeit regulirt wird.

Je nachdem der Telegraphist rascher oder langsamer die Zeichen an den Tasten greift, wird die sprungweise Vorwärtsbewegung oder die relativ zur Dose gleichmässige Rückwärtsbewegung des Zeigers überwiegen, der Zeiger wird sich in summa von seinem Anschlage entfernen oder sich diesem nähern. Die thatsächliche Bewegung des Zeigers kann etwas weniger als eine volle Umdrehung betragen, und kann eine Einrichtung getroffen werden, dass eine Glocke ertönt, wenn der Telegraphist nahe daran ist, den erlaubten Vorsprung zwischen dem Setzen und der automatischen Abtelegraphirung der Typen zu überschreiten.

Wie bei dem Kettensender werden die vorgeschobenen Stifte durch schräge Flächen oder Rollen wieder in ihre normale Lage zurückgebracht, nachdem deren Verschiebung ihren Zweck erfüllt hat. Werden die Stifte nach beiden Seiten aus ihrer normalen Lage verschoben, so trägt die Hauptaxe zwei Zeiger, welche in der gleichen Ebene zu beiden Seiten der Dose liegen.

Es ist noch übrig zu sagen, in welcher Weise wir die Kontakte selbst anordnen. Die einfachste Form derselben ist, dass der Kontakthebel eine federnde, mit Platin armirte Zunge trägt, welche bei den Oscillationen des Hebels mit geringem Spielraum zwischen zwei isolirten Kontaktschrauben spielt. Es entspricht diese Anordnung sammt den dazu anwendbaren Schaltungen der des gewöhnlichen Morsetasters. In anderer Weise stellen wir die Kontakte dadurch her, dass wir das freie Ende des Kontakthebels gabelförmig formen und von 2 Seiten gegen die Mitte einer ursprünglich geraden Feder treffen lassen, deren beide Enden sich gegen mit starkem Drucke gegen einander federnde Widerlager stützen, und deren Mitte sich in Folge dieses Druckes nach der einen oder nach der anderen Seite soweit ausbaucht, als dies 2 An-

schläge, welche mit der Feder Kontakt bilden, gestatten. Es bedarf nur eines geringen Anstosses gegen diese Ausbauchung durch eine der Zinken des Kontakthebels, damit die Feder von dem einen Anschlage ab und über ihre gerade Mittellage hinweggebracht wird und dann von selbst durch den in ihrer Längsrichtung auf sie ausgeübten Druck mit scharfem Schlage sich gegen den anderen Kontakt anlegt.

Die Berührung der Gabelzinken des Kontakthebels mit der Feder ist bei jedem Hube des ersteren eine vorübergehende, und kann dieselbe, wenn die Gabelzinken von einander isolirt und die eine mit dem positiven Pole, die andere mit dem negativen Pole einer in ihrer Mitte an Erde geführten Batterie die Feder selbst an die Leitung gelegt, zur Abgabe abgekürzter Wechselströme bei Anwendung von Morsezeichen oder bei anderer geeigneter Schaltung zum Entladen der Leitung u. dgl. mehr benutzt werden. Statt der mit ihren Enden gegen einander gepressten Feder kann auch die mehrfach angewandte Einrichtung eines Hebels mit einer auf einem Stein mit scharfer Kante oder einer Rolle gehenden Feder oder eine ähnliche Anordnung benutzt werden. Unter Umständen ziehen wir es auch vor, unter Beibehaltung der erstbeschriebenen einfachsten Form des Kontakthebels die Abkürzung der von diesem ausgehenden, verschieden langen Ströme auf die gleiche Zeitdauer durch folgende Einrichtung zu bewirken: An die vom Kontakthebel des Senders ausgehende Leitung ist ein Nebenschluss zur Erde von entsprechend grossem Widerstande und in diesen die Umwindung eines Elektromagneten gelegt. Durch Anziehen eines vorgelegten Ankers, welches unter Ueberwindung einer dieser Bewegung entgegenwirkenden, regulirbaren Feder erfolgt, unterbricht der Elektromagnet einen Kontakt, welcher in die Leitung zwischen den mit dem weiteren Verlaufe der letzteren verbundenen Anker und den Anschlag desselben gelegt ist.

Die beiden Kontaktschrauben, zwischen denen die Zunge des Kontakthebels am Sender spielt, sind bezüglich mit den positiven und negativen Polen von Batterien, deren entgegengesetzte Pole zur Erde geführt sind, verbunden. Liegt die Kontaktzunge dauernd an der einen oder anderen Kontaktschraube, so durchläuft die Umwindungen des Elektromagnets ein dauernder Strom; ersterer hält seinen Anker angezogen und die Leitung ist unterbrochen. Wechselt die Kontaktzunge ihre Anlagen, so wechselt auch gleichzeitig die Stromrichtung in den Elektromagnetumwindungen. Bei dem in Folge davon eintretenden Polwechsel lässt der Elektromagnet seinen Anker für einen Augenblick los, um in Folge der in entgegengesetzter Richtung wieder auftretenden Polarität ihn sofort wieder anzuziehen. Es gelangt also bei jedem Hub des Kontakthebels nur ein kurzer Strom in die Leitung, gleichviel wie lange dieser in seiner neu angenommenen Lage verharrt.

Der angezogene Elektromagnetanker liegt naturgemäss ebenfalls

gegen einen Anschlag und kann dieser auch als Kontakt verwerthet werden, z. B. wenn er mit der Erde verbunden ist, zum Rückwärtsentladen der Leitung in diese.

Diese Methode, ungleich lange Ströme wechselnder Richtung auf eine gleiche Länge abzukürzen, benutzen wir auch in Verbindung mit jeder Art von Wechselstromtastern und bei Uebertragungen, namentlich bei submarinen oder langen unterirdischen Leitungen. —

Anstatt, wie oben beschrieben, durch den automatischen Ketten- oder Dosenschreiber die Depeschen in Morse'schen oder Steinheil'schen Schriftzeichen zu befördern und dieselben auf der entfernten Station durch einen entsprechend konstruirten einfachen oder Doppelschreiber aufzunehmen, benutzen wir dieselben auch in Verbindung mit einem von uns konstruirten Druckapparat zur Abgabe und Aufzeichnung von Typendruckschrift.

Es geschieht dies im Allgemeinen in der Weise, dass durch die Ströme, welche in passender Art, Zahl und Reihenfolge durch den Druck einer Taste hervorgerufen werden, ein Typenrad bis zu dem auf der gedrückten Taste verzeichneten Buchstaben fortgerückt wird, dass dann während der Pause, welche die zu zwei Buchstaben gehörigen Ströme trennt, ein Druckmechanismus in Thätigkeit gesetzt, der Druck ausgeführt und darauf das Typenrad von dem dasselbe fortschiebenden Mechanismus einen Augenblick gelöst und der Wirkung einer Feder u. s. w. ausgesetzt wird, welche bewirkt, dass es auf seine Ruhestellung zurück- oder zu ihr vorschnellt, während gleichzeitig der Papierstreifen nach ausgeführtem Druck soweit vorgerückt wird, dass der Platz für einen neuen Buchstaben frei wird. Es lässt sich dies in ähnlicher Weise wie bei jedem Zeigertelegraphen (step by step motion) durch eine Reihenfolge von einfachen oder Wechselströmen bewirken, welche der Zahl der Schritte, welche das Typenrad bis zu dem gewünschten Buchstaben zurückzulegen hat, gleich ist.

Wir ziehen aber vor, die Zahl der erforderlichen Ströme dadurch bedeutend zu verringern, dass wir durch einen kurzen Strom einer Richtung das Typenrad um eine bestimmte grössere Zahl von Schritten, gewöhnlich um 4 Schritte, d. i. nach einander folgende Buchstaben, durch einen kurzen Strom der entgegengesetzten Richtung dagegen nur um einen Schritt fortbewegen lassen. Wir erreichen dies dadurch, dass wir das Druckwerk in Verbindung mit einem sogenannten Planetenrade setzen, welches in zwei Räder eingreift, von denen das eine durch positive, das andere durch negative Ströme bewegt wird, und zwar in verschiedener Geschwindigkeit. Oder wir ordnen die Drucktypen anstatt an der Peripherie eines Rades auf der einer Walze von geringem Durchmesser an und bewirken durch den Mechanismus, dass die Ströme einer Richtung die Walze drehen, die der anderen dagegen dieselbe in der Richtung ihrer Axe verschieben. Oder endlich, wir ordnen die

Typen auf einer ebenen Platte passend an und verschieben diese Platte durch positive Ströme in der einen, durch negative in der anderen Richtung.

Nach Ausführung des Druckes wird der Cylinder oder die Platte, wie im zuerst beschriebenen Falle das Typenrad, einen Augenblick frei gemacht und durch passend angebrachte Federn in die Ruhelage zurück- oder vorgeschnellt. Das Festhalten in dieser Ruhelage, ohne dem Typenrade das Zurückschnellen vom Anschlage zu gestatten, bewirken wir dadurch, dass der Anschlag des Rades im letzten Momente seiner Bewegung einen federnden Hebel trifft, welcher sich durch den Stoss des Rades ein wenig bewegt und dadurch ein Hinderniss gegen die Rückbewegung des Rades vorschiebt, welches unmittelbar darauf wieder durch die Federkraft des Anschlages beseitigt wird. Lassen wir das Typenrad dagegen in die Ruhelage vor- anstatt zurückschnellen, so drückt der Anschlagspunkt des Rades kurz vor dem Ruhepunkte die schiefe Ebene eines federnden Zahnes, welche seiner Bewegung entgegensteht, etwas zurück und schiebt dadurch gleichzeitig einen mit diesem Zahne festverbundenen Anschlag in den Bewegungskreis des Rades vor. In beiden Fällen wird das Rad in der Ruhelage gewaltsam festgehalten.

Den Druck selbst bewirken wir durch einen Lokalmagneten mit oder ohne Hülfe eines Uhrwerkes. Den Lokalstrom, welcher diesen Magnet in dem Augenblicke thätig macht, in welchem das Typenrad still steht, reguliren wir auf eine der bei selbstthätigen Drucktelegraphen gebräuchlichen Weisen. Wir ziehen aber die Anwendung eines sogenannten Klirrkontaktes vor. Dieser besteht in einem leichten Hebel, welcher durch jeden unter ihm durchpassirenden Zahn eines mit dem Typenrad verbundenen Rades etwas gehoben wird und in dieser Lage einen federnden Kontakt trifft, wodurch der Strom des Lokalmagneten geschlossen wird. Da die Berührung beim Fortgange des Rades in Folge der Fortschleuderung des federnden Kontaktes nur eine momentane ist, so reicht die Stromzeit nicht zur hinreichenden Magnetisirung des Lokalmagneten aus. Steht das Rad aber still, so verbleibt der Kontakthebel auf der Höhe des Zahnes und schliesst den Kreislauf durch die dann andauernde Berührung mit der auf ihm ruhenden Kontaktfeder hinreichend lange, um die Anziehung zu bewirken. Sobald jedoch die Anziehung des Ankers ausgeführt ist, wird durch denselben der Kontakthebel ein wenig zurückgezogen, fällt dadurch von der Höhe des Zahnes herunter und öffnet den Stromlauf, worauf das Typenrad nach Ausführung des Druckes sofort wieder frei wird und zurück- oder zur Ruhelage vorschnellt.

Anstatt das Typenrad zurückschnellen zu lassen, lassen wir es auch in seiner ursprünglichen Richtung zu seiner Ruhestellung gegen einen zu seiner Arretirung durch den Druckmechanismus momentan vorge-

schobenen Anschlag vorschnellen. Dies letztere Arrangement gewährt den Vortheil, dass die Schwärzung der Typen auf gewöhnliche Weise durch eine Schwärzwalze ausgeführt werden kann, während bei der erstbeschriebenen Einrichtung der Druck mit Hülfe von Kopierpapier ausgeführt werden muss. Anstatt die Vorbereitung der Depeschen durch den Ketten- oder Dosenschreiber gleichzeitig mit dem Abtelegraphiren derselben auszuführen, bereiten wir auch die Depesche in einem gelochten Papierstreifen mit Hülfe des Tastenlochers von Siemens & Halske vor, und befördern die so vorbereiteten Depeschen mit Hülfe eines Laufwerkes (Stromgebers), welches den Papierstreifen unter den kontaktgebenden Federn, Bürsten oder Rollen hindurchzieht.

Statt in der beschriebenen Weise, unter Einwirkung von Strömen verschiedener Richtung, dem die Typen tragenden Theile verschieden grosse Bewegungen in gleicher oder verschiedener Richtung zu ertheilen und durch geeignete Kombination solcher Ströme eine bestimmte Type an die Druckstelle zu bringen, lassen wir auch die Ströme (mit oder ohne Beihülfe eines Uhrwerks) auf zwei getrennte Zeiger derart einwirken, dass jeder positive Strom den einen Zeiger, jeder negative den anderen Zeiger um einen Schritt bewegt. Nach jedem Schritte treten die Zeiger mit metallischen Stiften resp. Federn in Berührung, welche isolirt an den Zeigerfeldern in der Art angebracht sind, dass sie von den sich bewegenden resp. Zeigern überstrichen werden können, ohne dabei diese aufzuhalten. Alle Stifte, die gleichzeitig von ihren resp. Zeigern berührt werden können, sind durch leitende Drähte mit einander verbunden, deren Anzahl eine bestimmte, im Vergleich mit der Zahl der Stifte eine sehr grosse ist. In jeden dieser Drähte sind die Umwindungen je eines Elektromagneten gelegt, welcher, sobald er durch einen Lokalstrom in Thätigkeit gesetzt wird, einen Stempel mit einem bestimmten Zeichen an die Druckstelle bringt und letzteres auf einen Papierstreifen abdruckt, dann (mittelst eines von allen Elektromagneten gemeinsam benutzten Mechanismus) beide Zeiger in ihre Ruhestellung bringt und den Papierstreifen um ein entsprechendes Stück weiterzieht.

Die Zeiger stehen mit den entgegengesetzten Polen einer Lokalbatterie in Verbindung; sie vermitteln also, sobald sie irgend zwei Stifte gleichzeitig dauernd berühren, einen Strom in dem betreffenden, die beiden Stifte verbindenden Draht, welcher mit Hülfe des betreffenden eingeschalteten Elektromagneten den Druck eines Zeichens, den Rückgang der Zeiger in ihre Ruhestellung und die nöthige Verschiebung des Papiers bewirkt. Da die kurzen Linienströme, welche die Einstellung der Zeiger auf zwei bestimmte Stifte bewirken, rasch auf einander folgen, so können bei der der Einstellung vorhergehenden Bewegung des einen oder anderen Zeigers nur ganz kurze Ströme in einigen der Lokalleitungen auftreten, welche nicht im Stande sind, die Elektromagnete zum Anzuge und falsche Zeichen zum Drucke zu bringen.

Als neu und unserer Erfindung eigenthümlich beanspruchen wir:

1. Die Vorbereitung automatisch zu befördernder Depeschen durch passende Verschiebung von Stiften, welche in Gliederketten ohne Ende oder in dem Umfange von Dosen (cylindrischen Büchsen) angebracht sind.
2. Speciell die gleichzeitige Verschiebung aller zur automatischen Hervorbringung eines telegraphischen Schriftzeichens nöthigen Stifte durch einen Tastendruck vermittelst eines ähnlichen Mechanismus, wie er beim Siemens & Halske'schen sogenannten Tastenlocher in Anwendung gekommen ist.
3. Die sprungweise Fortschiebung der Kette oder Dose in der Weise, dass nach jedem Tastendrucke unverschobene Stifte mit dem nöthigen Zwischenraume ohne Zeitverlust vor die, durch die Tasten regirten Stösser gebracht werden.
4. Die gleichzeitig mit der Vorbereitung erfolgende, automatische Abtelegraphirung der vorbereiteten Depesche unter Mithülfe eines Gewichtes oder einer Spiralfeder, welche entweder getrennt für sich oder durch die sprungweise vorschreitende Kette oder Dose selbst angespannt wird und dann ihrerseits den Gebermechanismus bewegt.
5. Die nach der Abtelegraphirung selbstthätig erfolgende Zurückschiebung der Stifte in ihre normale Lage.
6. Die beschriebene, beim Dosensender in Anwendung gekommene Einrichtung, den regelmässig und stetig in der Dose rotirenden kontaktgebenden Mechanismus die sprungweisen Bewegungen der Dose mitmachen zu lassen, ohne Störung seiner relativen Geschwindigkeit.
7. Die beschriebene Kontaktvorrichtung, welche darauf beruht, dass eine flache Feder (unter Umständen zwei solche) in ihrer Längsrichtung einem kräftigen, elastischen Drucke ausgesetzt wird, wodurch die Feder an den einen oder anderen der seitlichen Anschläge gepresst wird, wenn sie durch einen Druck oder Stoss aus der anderen Ruhelage entfernt wurde.
8. Die damit verbundene Einrichtung, durch welche kurze Wechselströme in die Leitung geschickt werden und diese nach jedem Strome entladen wird.
9. Die beschriebene Einrichtung, bei welcher Ströme verschiedener Richtung und verschiedener Länge durch die Wirkung eines Elektromagnetes auf die gleiche Länge abgekürzt und die Leitung ausserdem entladen werden kann.
10. Die beschriebene Verbindung von automatisch wirkenden Stromgebern mit Typenrädern, Cylindern oder Scheiben, welche nach jedem ausgeführten Drucke in ihre Ruhestellung zurück- oder in dieselbe vorschnellen.

11. Die Verringerung der zur Zahl der richtigen Einstellung der betreffenden Drucktype nöthigen Ströme durch Anwendung von positiven und negativen Strömen in der Weise, dass durch passende Kombination derselben das Druckrad resp. die Druck-Walze oder -Scheibe durch eine möglichst geringe Zahl von Strömen richtig für den Druck eingestellt wird. — Speciell die beschriebene Einrichtung, durch welche das Druckrad durch einen Strom einer Richtung um 3, 4 oder mehr Buchstaben, durch einen Strom entgegengesetzter Richtung dagegen um einen Schritt vorwärts bewegt wird.

12. Den beschriebenen Klirrkontakt.

13. Die Reihenfolge der Buchstaben, Typen u. s. w. auf dem Druckrade in der Weise, dass diejenigen, welche häufiger vorkommen, durch eine geringere Zahl von Strömungen bis zum Druckort geführt werden, wie diejenigen, welche seltener vorkommen.

14. Die beschriebene Einrichtung des Typendruckers, bei der die zum Drucke eines jeden Zeichens nöthigen Bewegungen durch einen besonderen Elektromagneten, der bei einer bestimmten gleichzeitigen Einstellung von 2 Zeigern in Thätigkeit tritt, ausgeführt werden.

Die beigegebenen Abbildungen zeigen den Sender in einigen seiner vorbeschriebenen Modifikationen schematisch dargestellt ohne Rücksicht

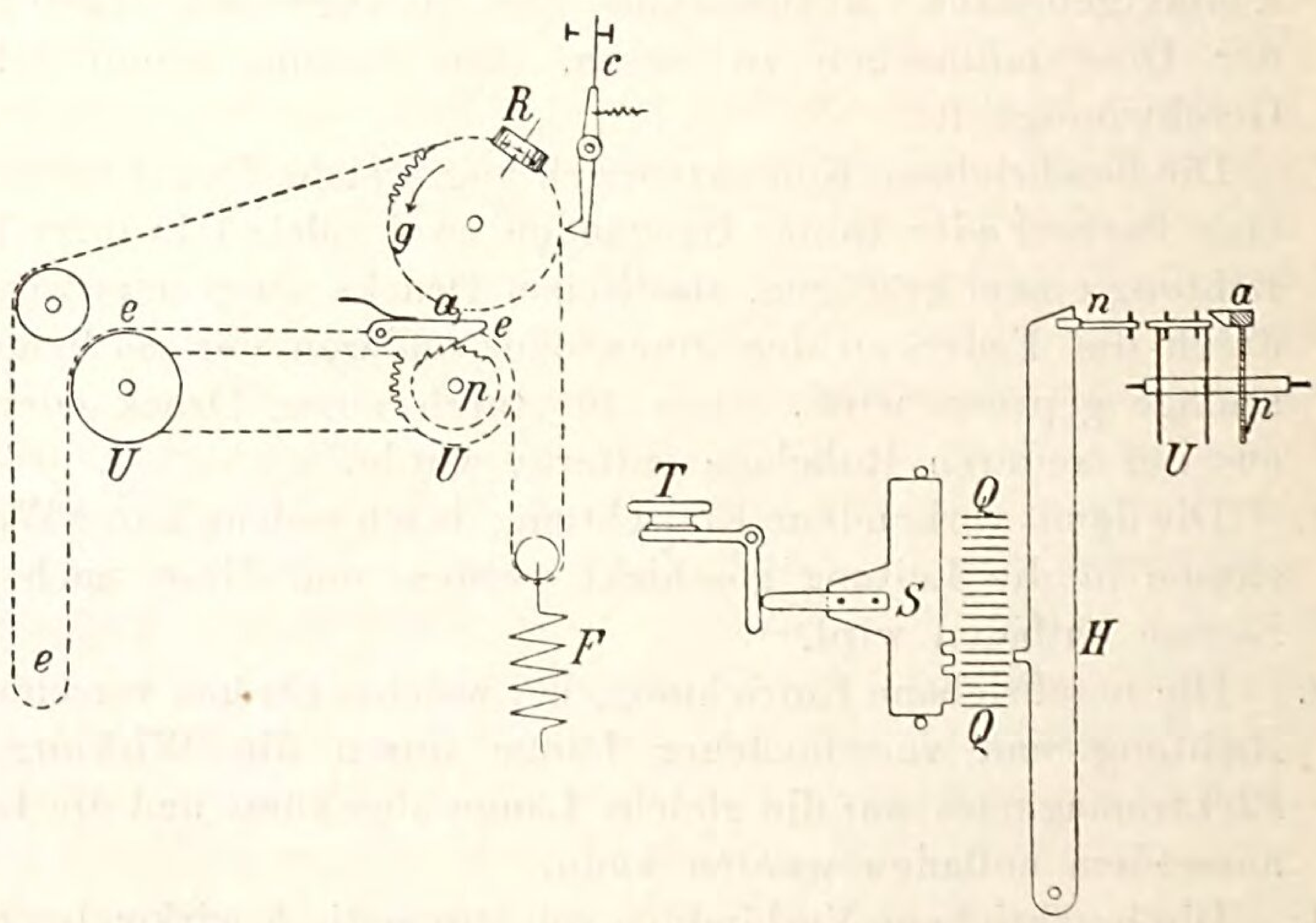


Fig. 158.

auf Grössenverhältnisse und mit Weglassung aller unwesentlicheren oder die Ansicht unklar machenden Theile.

Von den Tasten ist immer nur eine *(T)* gezeichnet, ebenso auch nur eines der durch Tastendruck verschiebbaren, ausgefeilten Bleche *(S)*. Die, wie bekannt, vor letzteren liegenden Querbleche *(Q, Q)* erscheinen zur Linie verkürzt, und von den die Verschiebung der Querbleche auf die Stifte übertragenden Theilen *(H, H)* sind gleichfalls die meisten abgenommen gedacht. — Mit *C* sind die Kontakthebel bezeichnet,

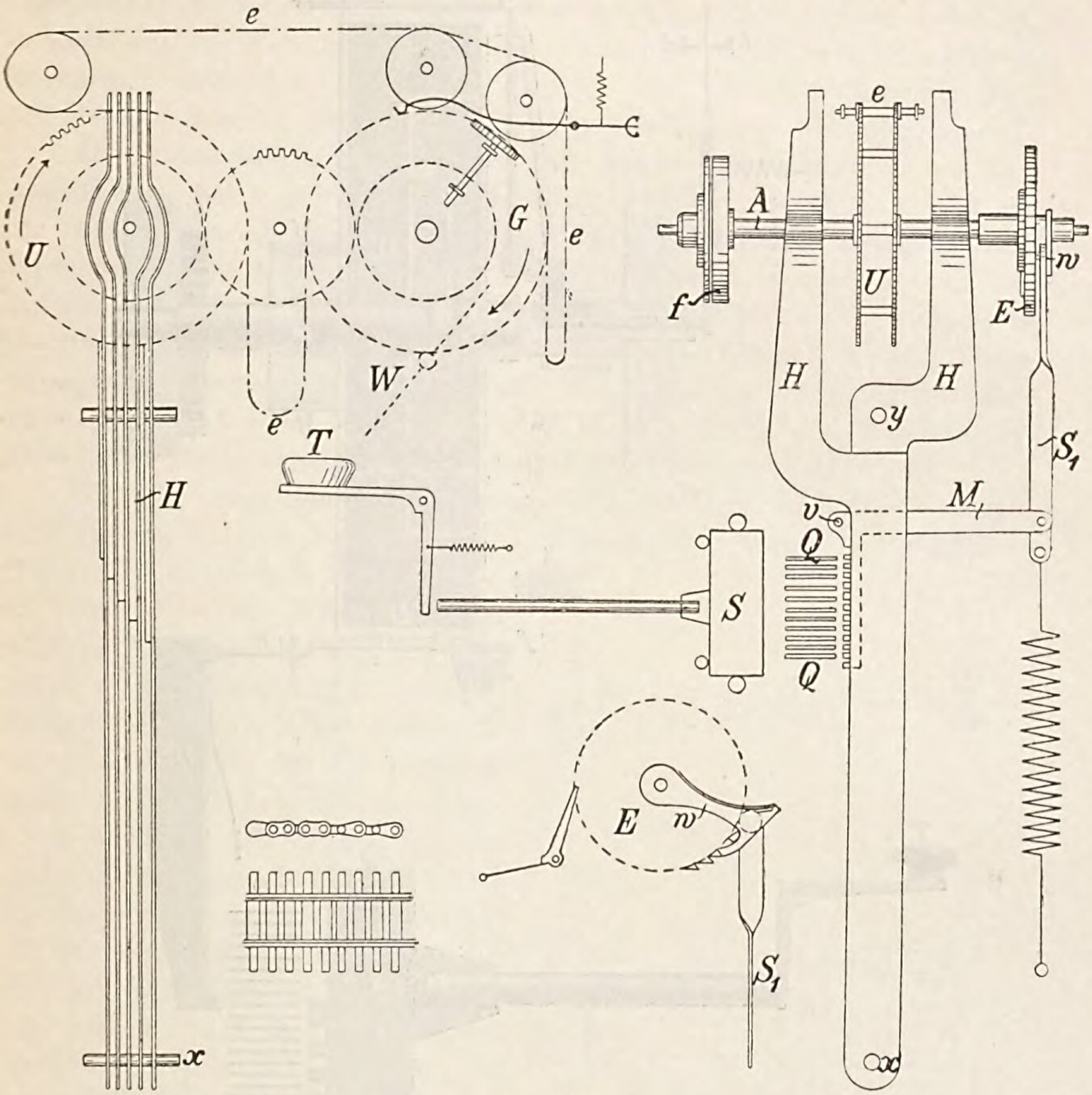


Fig. 159.

welche in den Skizzen der Sender in ihrer einfachsten Form angenommen sind, mit *R* die die Wiederzurückschiebung der Stifte besorgenden Rollen oder schiefen Flächen.

Fig. 158 giebt den Sender mit endloser Kette für Morseschrift (also mit nur nach einer Seite zu verschiebenden Stiften), und zwar mit Uhrwerksbetrieb. An dem zwischen den Setzrädern *U*, *U*, welche sich in gebundenem Gange mit einander drehen, liegenden geraden

Theil der Kette *e*, *e* wird die Verschiebung der Stifte vorgenommen. *a* bezeichnet den Sperrkegel mit seitlich angefeilter, schräger Fläche, welcher durch das Vorgehen der Stifte aus den Zähnen des Sperrrades *p* ausgehoben wird, worauf in Folge des Zuges der Feder *F* die Kette in Bewegung kommt und solange in derselben verharrt, bis der

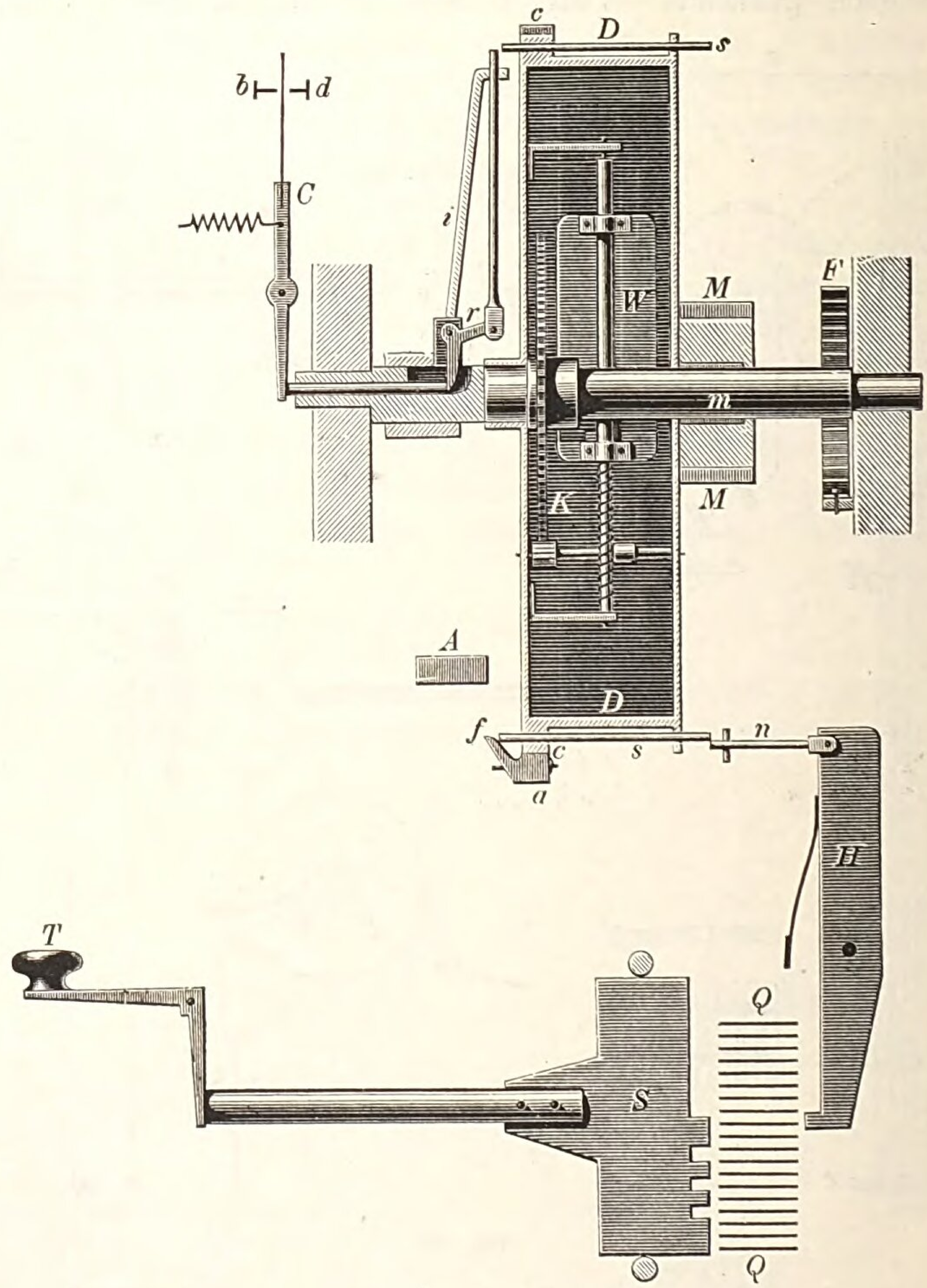


Fig. 160.

letzte vorgeschobene Stift unter der schrägen Fläche des Sperrkegels hinweggegangen ist. *g* ist das durch ein Uhrwerk im Sinne des Pfeiles mit gleichmässiger Geschwindigkeit gedrehte Geberad, an welchem die Abtelegraphirung der Zeichen stattfindet und das die Feder *F* wieder aufzieht.

Fig. 159 zeigt einen Kettensender, bei welchem alle Bewegungen vom Drucke der Tasten ausgehen und welcher für die Abgabe von Strömen in zwei Richtungen und beliebige Gruppirung (Steinheilschrift, Typendruck) eingerichtet ist, bei welchem also die Stifte an der Kette nach beiden Seiten verschoben werden. Dementsprechend haben die, die Verschiebung der Querbleche *Q*, *Q* nach den Stiften an der Kette übertragenden Hebel *H*, *H* verschieden gelegene Drehpunkte *x* und *y*, je nachdem die Verschiebung eines Querbleches durch den mit ihm in Berührung stehenden Hebel auf den an der betreffenden Stelle sich befindenden Stift als Rechts- oder Linksverschiebung übertragen wird. *M* ist der beschriebene Hebel mit seinem eigenthümlich zu den Querblechen bei *v* gelegenen Drehpunkte, welcher bei seinem, je nach der Länge des gleichzeitig an einer Taste gedrückten Zeichens verschieden grossen Hube vermittelst der Schiebstange *S* und des in das auf der Setzradaxe *A* sitzenden Sperrades *E* greifenden Sperrkegels *w* das Setzrad *U* um einen entsprechend grossen Winkel dreht. Diese sprungweise Drehung der Setzradaxe zieht eine bei *f* gelegene Uhrfeder auf, durch welche das Geberad *G* in eine durch den Windfang *W* hinsichtlich ihrer Schnelligkeit regulirte Drehung versetzt wird.

Fig. 160 zeigt Sender mit Dosen- und mit Gewichtsbetrieb — welcher natürlich durch Federbetrieb ersetzt werden kann — für Morseschrift. Es bezeichnet *D* die lose, auf der Axe *m* drehbare Dose, an deren Umfange die Stifte placirt sind, *a* den Sperrkegel mit der schrägen Fläche, welcher durch die vortretenden Stifte für die passende Dauer aus dem Zahnkranze *A* gehoben wird, *i* den Zeiger mit der nachgiebigen, die Stifte überstreichenden Spitze, *K* das an der Zeigeraxe *m* festsitzende, innerhalb der Dose gelegene Zahnrad, welches mit dem fest an der Dose gelagerten Windfange *W* in Eingriff steht, *M* ein an der Dose befestigtes Zahnrad, welches die Triebkraft des Gewichtes aufnimmt, *F* die Feder, welche durch die sprungweise Drehung der Dose aufgezogen wird und die das Zurücklaufen des Zeigers *i* gegen seinen Anschlag unter Drehung des Windfanges *W* bewerkstelligt.

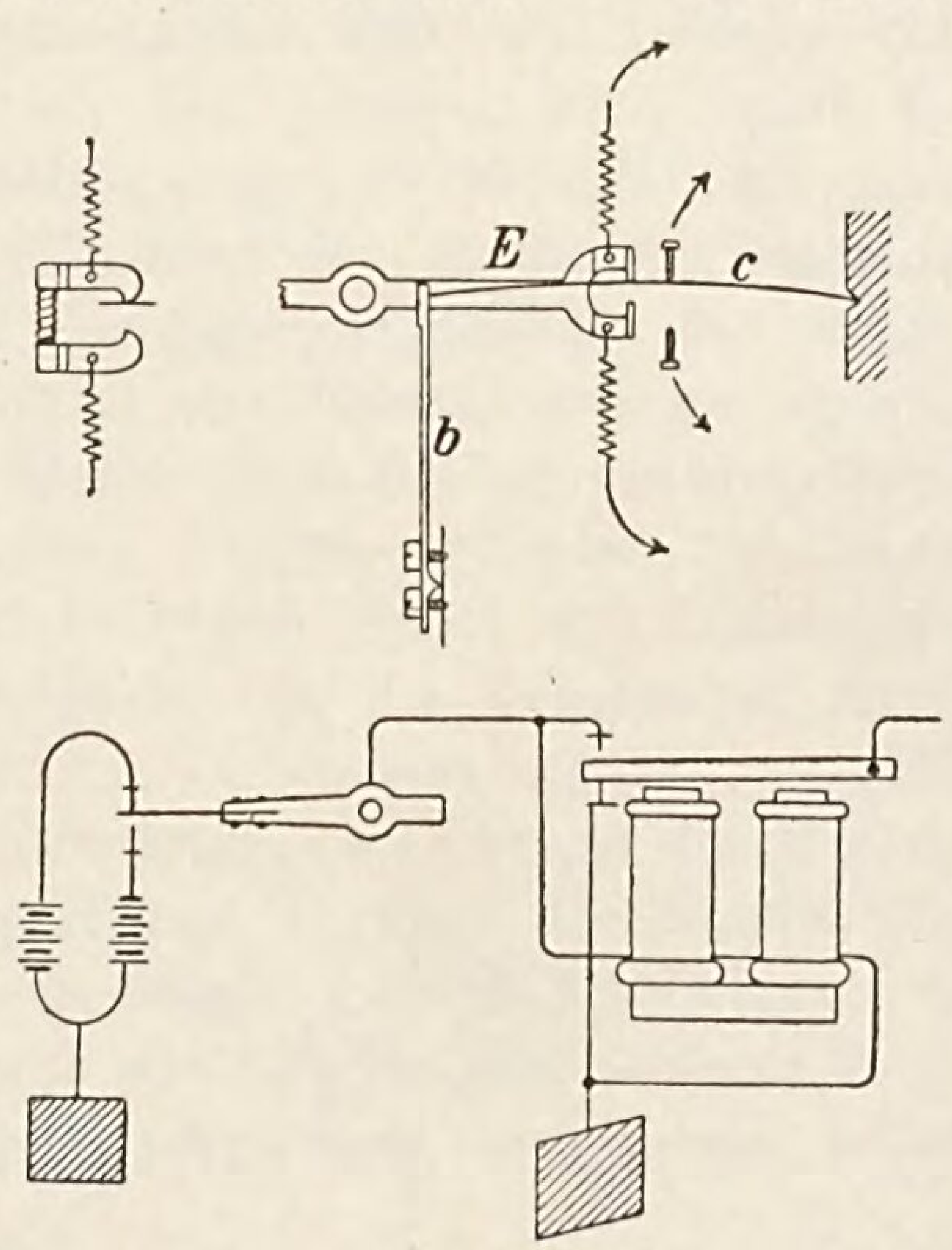


Fig. 161.

Fig. 161 zeigt in ihrer oberen Hälfte die beschriebene Kontakteinrichtung mit der durch den Druck der Feder *b* in der Mitte aus-

gebauchten Kontaktfeder *c* und dem in isolirte Gabelzinken auslaufenden Ende *E* eines Kontakthebels. Diejenigen Punkte, welche mit in den Stromkreis gelegt und bei entsprechender Schaltung nach Maassgabe der betreffenden Kontakte verwerthet werden können, sind durch von ihnen ausgehende Pfeile bezeichnet. Der untere Theil der Fig. 161 stellt die beschriebene Anordnung und Schaltung dar, bei Anwendung eines besonderen Elektromagneten zum Abkürzen der von dem Kontakthebel eines Senders ausgesandten Ströme wechselnder Richtung und verschiedener Dauer.

Verbesserte Methoden des Kabelsprechens.

(Englisches Patent Nr. 1307 vom 16. April 1874.)

1874.

Gegenstand dieser Erfindung ist Verbesserung der Einrichtungen für schnelle Beförderung telegraphischer Zeichen durch lange submarine oder unterirdische Leitungen. Ich schalte zu dem Zwecke an beiden Enden der Leitung je eine Batterie so zwischen Leitung und Erde, dass ein dauernder Strom gleicher Richtung durch das Kabel geht. Durch Einschaltung passender Widerstände bewirke ich dann, dass das elektrische Potential entweder am empfangenden Ende der Leitung oder in der Mitte derselben gleich Null ist. Im ersteren Falle wird das Relais zwischen Leitungsende und Erde gelegt, im zweiten Falle zwischen Leitungsende und ein mittleres Element der an diesem liegenden Batterie. In beiden Fällen geht bei gehöriger Abmessung der eingeschalteten Widerstände kein Strom durch das Relais, solange der das Kabel durchlaufende Strom konstant bleibt. Sobald aber das elektrische Potential am gebenden Ende der Leitung vergrössert oder verkleinert wird, fliesst ein positiver oder negativer Strom durch die Windungen des Relais und setzt dasselbe in Thätigkeit. Da die Kabelenden durch ihre Batterien mit der Erde in leitender Verbindung stehen, so stellt sich nach jeder hervorgerufenen Schwankung der Ladung das Gleichgewicht sofort wieder her. Ein wesentlicher Vortheil der Einrichtung besteht darin, dass das Kabel stets in seiner ganzen Ausdehnung in gleichem Sinne geladen bleibt, wodurch die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Zeichen durch das Kabel vergrössert und dieses selbst besser konservirt wird.

Fig. 162 giebt eine Skizze der beiden von mir benutzten Schaltungen.

Im Schema *I* stellt die starke Linie *L l* das Kabel vor, *l R* ist ein Widerstand. Die Linie *a l b* stellt die nach dem Ohm'schen Gesetz an jedem Punkte der Leitung herrschende Spannung dar, wenn die elektromotorische Kraft der Batterien *B* und *B'* durch die Ordinaten *L a* und *R b* dargestellt wird. Durch das zwischen dem spannungslosen

Punkte l und die Erde eingeschaltete Relais I geht nur dann Strom, wenn das Potential des Anfangspunktes L des Kabels verändert wird. Diese Veränderung bewirke ich entweder durch Ein- und Ausschaltung von Widerständen zwischen dem nicht zur Erde abgeleiteten Batteriepol und Kabel oder durch Veränderung der Stärke der Batterie, oder dadurch, dass ich dauernd zwischen Batterie und Kabel einen entsprechenden festen Widerstand einschalte und das Kabel selbst abwechselnd in leitende Verbindung mit einem gehörig geladenen und einem entladenen Kondensator von passender Kapacität bringe, also hierdurch der Ladung des Kabels richtig abgemessene Quantitäten Elektricität hinzufüge oder entziehe, wie sie für Hervorbringung klarer und schneller Zeichen am geeignetsten sind. — Um die Wirkung des Relais zu verstärken, lasse

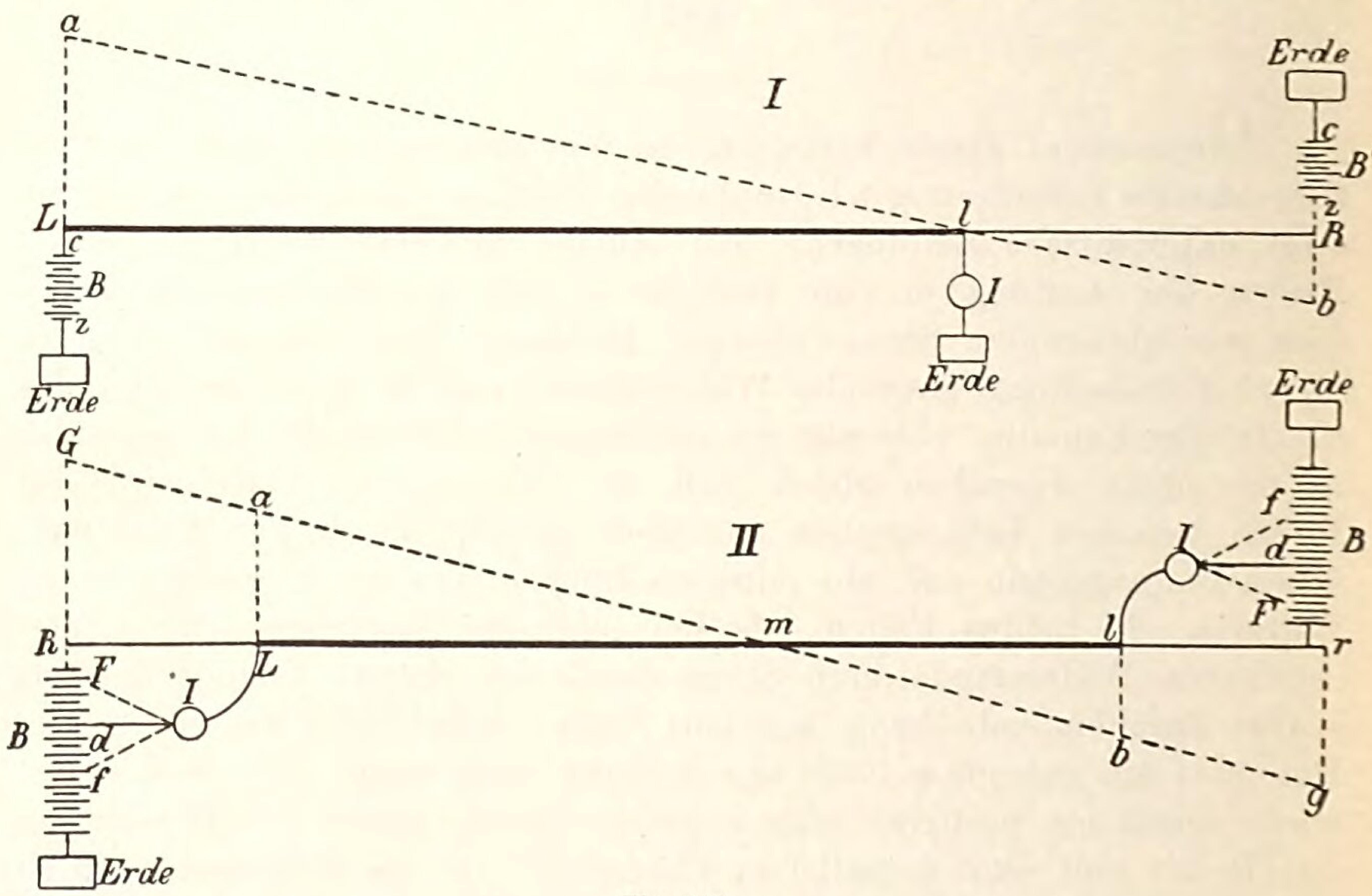


Fig. 162.

ich den Widerstand $l\,R$ zum grössten Theile aus dem einen Umwindungsdrahte einer bifilar gewickelten Drahtrolle mit verschiebbarem Eisenkern bestehen. Der zweite Umwindungsdraht dieser Drahtrolle wird am Batterieende mit der Erde, am anderen Ende mit l verbunden; die in demselben entstehenden Induktionsströme verstärken die Bewegung des Relais und machen sie zugleich präciser, indem sie den das Relais durchlaufenden Strom abkürzen. Dasselbe liesse sich auch durch Einschaltung von Kondensatoren und Widerständen zwischen Relais und Erde erreichen.

Im Schema II liegt der spannungslose Punkt m in der Mitte des Kabels, falls dieses fehlerfrei ist. Hat das Kabel aber eine beschädigte Stelle von mangelhafter Isolation, so wird der spannungslose Punkt

durch passende Wahl der Widerstände *R L* und *l r* so verschoben, dass er mit der fehlerhaften Stelle zusammenfällt, also kein dauernder Strom durch diese hindurchgeht. Die Relais werden bei dieser Schaltung zwischen die Endpunkte des Kabels und solche Punkte der permanent eingeschalteten Batterien *B B* geschaltet, dass die elektromotorischen Kräfte der beiden Theile der Batterien sich wie die Widerstände *R L* und *l r* verhalten, in welchem Falle kein Strom durch die Relais geht. Im Uebrigen finden bei dieser Schaltung dieselben Einrichtungen Anwendung, wie bei Schaltung *I*.

Man kann die Schaltung *II* auch benutzen, um den Ort einer Beschädigung der Isolation des Kabels mit Genauigkeit zu bestimmen, indem man die Relais durch empfindliche Galvanoskope ersetzt und auf beiden Seiten solange Widerstände aus- und einschaltet, bis beide Galvanoskope stromlos sind. Aus den dazu erforderlichen Widerständen ergiebt sich die Entfernung des Fehlers von der Kabelmitte. Diese Methode hat vor anderen den Vorzug, dass die Polarisation der Fehlerstelle hier ausser Betracht kommt, da in dem Augenblick, wo beide Galvanoskope stromlos sind, der spannungslose Punkt des Kabels mit der Fehlerstelle zusammenfällt.

Als meine Erfindung beanspruche ich

1. die beschriebene Methode, durch submarine oder unterirdische Linien mittels Batterien dauernde, gleichgerichtete Ströme gehen zu lassen und die Empfangsapparate in stromlose Verzweigungen einzuschalten, die durch passende Kombinationen von Widerständen gebildet werden;
2. die Hervorbringung von Strömen verschiedener Richtung im Empfangsapparat durch Veränderung des Potentials des entfernten Kabelendes;
3. die beschriebene Anwendung von Induktionswiderständen zur Verstärkung und Abkürzung der durch die Leitung geschickten Zeichen.

Elektrisches Licht.

(Elberfelder Zeitung, April 1877.)

1877.

Mehrere nicht ohne Sachkenntniss geschriebene Artikel über elektrisches Licht in diesen Blättern veranlassen mich zu einigen berichtigenden Zeilen. Ich werde dazu namentlich durch den Schlusspassus des Artikels über die Gramme'sche Maschine in der Nr. 94 dieser Zeitung genöthigt, in welchem die deutsche Gerechtigkeitsliebe angerufen wird, um die hervorragenden Verdienste des Herrn Gramme gebührend anzuerkennen, während die deutschen Leistungen auf demselben Gebiete hier nur flüchtig angedeutet und nur in einem anderen Artikel, bei Gelegenheit der Beschreibung einer Nachahmung der Gramme'schen Maschine durch einen Elberfelder Mechaniker, zu Gunsten dieses Herrn lobend hervorgehoben werden.

Es ist vorweg nöthig, den Unterschied zwischen magneto-elektrischen und dynamo-elektrischen Stromerzeugern festzustellen, da dieselben vielfach verwechselt und hierdurch falsche Schlüsse hervorgerufenwerden.

Magneto-elektrische Stromerzeuger oder Maschinen nannte man die bald nach Entdeckung der Magnetinduktion durch Faraday von Pixii, Saxton und vielen anderen konstruirten Stromerzeuger, bei welchen Stahlmagnete, an deren Polen Elektromagnete vorbeigeführt oder auf denen Drahtrollen hin und her geschoben wurden, die eigentliche Quelle der erzeugten Ströme bildeten. Den magneto-elektrischen Maschinen, bei welchen durch vorhandenen Magnetismus vermittelst verbrauchter Arbeitskraft elektrischer Strom erzeugt wurde, stehen die elektro-magnetischen Maschinen gegenüber, bei welchen durch vorhandenen elektrischen Strom mit Hülfe des durch ihn erzeugten Elektromagnetismus Arbeitskraft hervorgebracht wird. Solche magneto-elektrischen Maschinen leiden an dem Uebelstande, dass die Wirkung der Maschine nicht im Verhältniss ihrer Grösse zunimmt, da die Stahlmagnete sich gegenseitig schwächen. Trotzdem gelang es der Alliance Co. in Paris, magneto-elektrische Maschinen herzustellen, welche sich zur Erzeugung des elektrischen Lichtbogens eigneten und auch

jetzt zur elektrischen Beleuchtung verwendet werden. Eine weitere Verbreitung fanden diese Maschinen aus dem Grunde nicht, weil zu grosse Massen von Stahl, Eisen und Kupferdraht erforderlich waren, um kräftige Wirkungen hervorzubringen, wodurch sie zu schwer und theuer wurden. Es gelang mir, diesen Uebelstand durch die Konstruktion des rotirenden Cylinder-Ankers, welcher in der elektrischen Technik seitdem allgemeinen Eingang gefunden hat, einigermaassen zu vermindern und mit seiner Hülfe kräftige magneto-elektrische Maschinen von weit geringeren Dimensionen herzustellen. Wilde in England ging noch einen wesentlichen Schritt weiter, indem er zwei nach meinem System erbaute Maschinen, von denen die eine grössere mit einem grossen Elektromagnete anstatt der Stahlmagnete versehen war, mit einander kombinirte. Wurden beide Cylinder-Anker durch eine Arbeitsmaschine gedreht und der Strom der kleinen magneto-elektrischen Maschine durch die Windungen des grossen Elektromagnetes geschickt, so wurde dieser stark magnetisch und erzeugte in den Windungen des rotirenden grossen Cylindermagnetes sehr kräftige Ströme.

Soweit war die Technik der Erzeugung elektrischer Ströme durch aufgewendete Arbeitskraft vorgeschritten, als es mir im Herbst 1866 gelang, die Anwendung der Stahlmagnete ganz zu beseitigen. Die bekannte Thatsache, dass der eine elektro-magnetische Maschine betreibende elektrische Strom durch die in den Elektromagnetwindungen erzeugten Gegenströme bedeutend geschwächt wird, machte es mir wahrscheinlich, dass durch Rückwärtsdrehen einer passend konstruirten elektromagnetischen Maschine der in den Elektromagneten zurückgebliebene schwache Magnetismus sich fortlaufend verstärken müsse, da die inducirten Ströme dann gleichgerichtet mit den durch den vorhandenen Magnetismus erzeugten sind, Strom und Magnetismus sich also bis zur Grenze des magnetischen Maximums des Eisens gegenseitig vergrössern müssen. Die Erfahrung bestätigte meine Vermuthung. Ich nannte diese neue Art stromerzeugender Maschinen dynamo-elektrische, weil bei ihnen die Arbeitskraft direkt in elektrischen Strom umgewandelt wird, wobei der Magnetismus gleichsam nur als Zwischenprodukt, nicht als eigentliche Quelle des erzeugten Stromes auftritt.

Einige Wochen, nachdem ich am 17. Januar 1867 der Königl. Akademie der Wissenschaften die Begründung des Princips der dynamo-elektrischen Maschinen mitgetheilt hatte, publicirte auch Professor Wheatstone in England, ohne meine Arbeiten zu kennen, dieselbe Idee. Da aber nach allgemein in der Wissenschaft angenommenem Grundsatze die erste Publikation die Priorität giebt, ich auch schon im December 1866 vielen Gelehrten und Technikern Berlins eine in Thätigkeit befindliche dynamo-elektrische Maschine gezeigt hatte, so ist das System der dynamo-elektrischen Maschinen eine unbedingt und ausschliesslich deutsche Erfindung.

Es liegt in der Sache, dass die Form der Durchführung des dynamo-elektrischen Princips vielfach variirt werden kann.

Herr Ladd aus England stellte in der Pariser Ausstellung von 1867 eine ziemlich genaue Kopie meiner dynamo-elektrischen Maschine mit Cylindermagneten aus, ohne den Ursprung derselben zu nennen. In ähnlicher Weise verfuhr später Herr Gramme in Paris sowohl mir, wie dem Herrn Pacinotti, dem Erfinder des fälschlich so genannten Gramme'-schen Ringes, gegenüber.

Herr Gramme hat das anzuerkennende Verdienst, die Pacinottische magneto-elektrische Maschine, welche derselbe bereits im Jahre 1864 in dem „Nuovo cimento" beschrieben hatte, die aber so ziemlich wieder in Vergessenheit gerathen war, weiter ausgebildet und durch Ersetzung der Stahlmagnete durch einen in den Stromkreis eingeschalteten Elektromagneten in eine dynamo-elektrische Maschine verwandelt zu haben. Seine Erfindung beschränkt sich aber auf diese Kombinirung.

Der Pacinottische Ring ist insofern ungünstig, als nur die äusseren Theile der Windungen desselben stromerzeugend wirken, während die im Ringe liegenden Theile derselben, also die ganze Hälfte des Umwindungsdrahtes, ganz ohne Wirkung bleiben. Unser Herr v. Hefner-Alteneck hat diesen Uebelstand durch eine nur schwer ohne Zeichnung verständliche Kombination von ausschliesslich äusseren Umwindungen des Ringes, oder anstatt seiner eines massiven cylindrischen Eisenkerns beseitigt. Derartige dynamo-elektrische Maschinen wurden bereits in der Wiener Weltausstellung von 1873 von meiner Firma (Siemens & Halske) ausgestellt und wurden seitdem in einer grossen Anzahl von Exemplaren von derselben ausgeführt.

Der Vorzug dieser Maschine vor der Gramme'schen besteht, wie schon hervorgehoben, wesentlich darin, dass bei ihr nahezu der ganze bewegte Draht inducirend wirkt, weshalb eine solche Maschine beinahe die doppelte Lichtwirkung giebt, wie die Gramme'sche von gleicher Grösse. Durch ausgedehnte Vergleichsversuche, die in England und in Brüssel angestellt wurden, ist dieser Vorzug unserer Maschine unzweifelhaft konstatirt. — Es kann daher mit voller Berechtigung sowohl die Erfindung wie die beste Durchführung der dynamo-elektrischen Maschine für Deutschland in Anspruch genommen werden. — Dies letztere gilt auch von den elektrischen Lampen, von denen nur die französische — Serin'sche — in den Artikeln dieser Zeitung über elektrisches Licht Erwähnung gefunden hat. Die von meiner Firma ausgegangenen neueren Lampen unterscheiden sich principiell von den französischen dadurch, dass bei ihnen anstatt eines aufzuziehenden Uhrwerks ein selbstthätig arbeitender Elektromagnet die Kohlenspitzen von einander entfernt, während das Gewicht der Kohlen selbst und ihrer Halter dieselben zusammenführt. Die Vorzüge dieser deutschen Lampen sind ebenfalls überall anerkannt. Trotz der angeführten wesent-

lichen, grösstentheils von Deutschland ausgegangenen Verbesserungen des elektrischen Beleuchtungswesens muss aber den übertriebenen Erwartungen, welche neuerdings an dasselbe geknüpft worden, entgegengetreten werden. Die elektrische Beleuchtung leidet bisher noch an dem grossen Fehler, dass eine Maschine mit Sicherheit nur eine Lampe betreiben kann. Eine solche Lampe giebt zwar dann, je nach der Grösse der Maschine, ein Licht von 1000, 4000 oder 15 000 Kerzen Leuchtkraft mit einer Arbeitskraft von resp. 1, 3 oder 6 Pferdekräften. Für die gleichmässige Beleuchtung grosser Räume und die meisten Beleuchtungszwecke, welche die Gasbeleuchtung zu erfüllen hat, ist diese Konzentrirung des Lichts aber sehr unvortheilhaft. Es ist möglich, dass die fortschreitende Technik auch diese Schwäche der elektrischen Beleuchtung mit der Zeit überwinden wird; es ist dieser Weg auch schon mit Aussicht auf Erfolg betreten, einstweilen ist aber an eine allgemeine Anwendung des elektrischen an Stelle des Gaslichtes noch gar nicht zu denken. Dagegen spricht auch noch der Umstand, dass die elektrischen Lampen nicht sehr entfernt von der Lichtmaschine stehen dürfen, wenn man nicht sehr dicke und daher kostspielige kupferne Leitungsdrähte verwenden will.

Es sei mir gestattet, schliesslich noch einige Bemerkungen an den schon erwähnten Appell an die deutsche Gerechtigkeitsliebe zu Gunsten fremder Erfinder zu knüpfen. Die Deutschen besitzen und üben diese Gerechtigkeitsliebe fremden Leistungen gegenüber in hervorragendem Grade. Dies gilt nicht nur von der deutschen Wissenschaft, die es stets als Ehrenpflicht betrachtet, bei der Beschreibung eigener Leistungen die vorangegangenen Leistungen Anderer auf demselben Gebiete gewissenhaft anzugeben, sondern auch vom deutschen Publikum, welches sogar immer geneigt ist, das Fremde, „Weit-Herkommende“ höher zu schätzen, wie das Heimische. Dies führt sehr häufig zu einer offenbaren Ungerechtigkeit gegen das letztere und bildet ein schweres Hinderniss der gedeihlichen Entwickelung der heimischen Industrie. Während in England, Frankreich, Amerika das Publikum mit Stolz auf die Leistungen der eigenen Industrie blickt und immer geneigt ist, ihren Erzeugnissen den Vorzug zu geben, ist es bei uns umgekehrt.

Die deutsche Industrie wird durch dies Vorurtheil des deutschen Publikums für fremde Leistungen vielfach genöthigt, ihre besten Erzeugnisse als fremde auf den Markt zu bringen, um entsprechende Preise und Absatz zu erlangen und nur mittelmässige, billige Waare für eigenes Fabrikat auszugeben. Das schadet dem Ansehen unserer Industrie ungemein und hemmt ihr Gedeihen und ihre Entwickelung. Möge der Stolz, mit welchem der Deutsche jetzt glücklicherweise auf sein geeinigtes, mächtiges Vaterland blicken kann, recht bald dahin führen, dass er wenigstens ebenso gerecht gegen einheimische wie gegen fremde Leistungen ist!

Der Russschreiber von Siemens & Halske.

(Englisches Patent No. 1871, vom 14. Mai 1877.)

1877.

Dieser in Fig. 163 dargestellte Schreibapparat funktionirt, wie der ursprüngliche Morse'sche Schreibtelegraph, der Froment'sche Schreibapparat und der Thomson'sche Siphon recorder in der Weise, dass der Schreibstift auf einem Papierstreifen eine fortlaufende, gerade Linie beschreibt, wenn kein Strom die Leitung durchläuft, dass diese Linie aber eine Ablenkung nach der einen oder anderen Seite erfährt, wenn und so lange ein positiver oder negativer Strom die Leitung durchläuft. Abweichend von den obengenannten und anderen bekannten Telegraphenapparaten, wird die schreibende Linie bei dem Russschreiber dadurch erzeugt, dass ein kontinuirlich berusstes Papierband an der dasselbe leicht berührenden schreibenden Spitze vorbeigeführt wird, wodurch der lose am Papier haftende Russ auf dem von der Spitze beschriebenen Wege beseitigt wird, und dieser sich als feine und deutliche weisse Linie darstellt. Die Hervorbringung einer kontinuirlichen Berussung des Papierbandes geschieht dadurch, dass das Papier unter einer kalt gehaltenen Walze aus Metall oder einem anderen die Wärme gut leitenden Materiale, unter der die russende Flamme brennt, fest anliegend fortgeführt und dadurch selbst kalt erhalten wird. Es wird hierdurch das Anbrennen oder Verkohlen das Papieres verhindert. Um den auf dem Papiere befindlichen Russ zu fixiren, und die Schrift dadurch unverwischbar zu machen, wird der berusste Papierstreifen, nachdem er die Schrift aufgenommen hat, unter einer ausgehöhlten Walze hindurchgeführt, deren unterer Theil in ein kleines, mit Alkohol, Aether oder einer anderen Flüssigkeit gefülltes Gefäss *c* eintaucht. Ist in dieser Flüssigkeit etwas Harz, oder ein sonstiges Bindemittel gelöst, so bewirkt sie die vollständige Fixirung des Russes nach dem Trocknen. Um dieses zu beschleunigen, lassen wir den Papierstreifen, bevor er die Walzen des Laufwerkes, welches ihn kontinuirlich fortzieht, erreicht, in der Regel über ein mehr-

faches Drahtnetz, unter welchem eine kleine Flamme brennt, hinweggehen[1]). —

Die Bewegung der schreibenden Spitze wird entweder durch ein polarisirtes Relais, mit dessen beweglicher Zunge die schreibende Spitze verbunden ist, oder durch eine leichte Drahtrolle, die wir gewöhnlich aus mit Seide umsponnenem Aluminiumdraht herstellen, und die in einem kräftigen ringförmigen magnetischen Felde aufgehängt ist, herbeigeführt. Im ersteren Falle wird die zwischen den Polen des Elektromagnetes bewegliche, magnetische Relaiszunge durch eine Feder in der

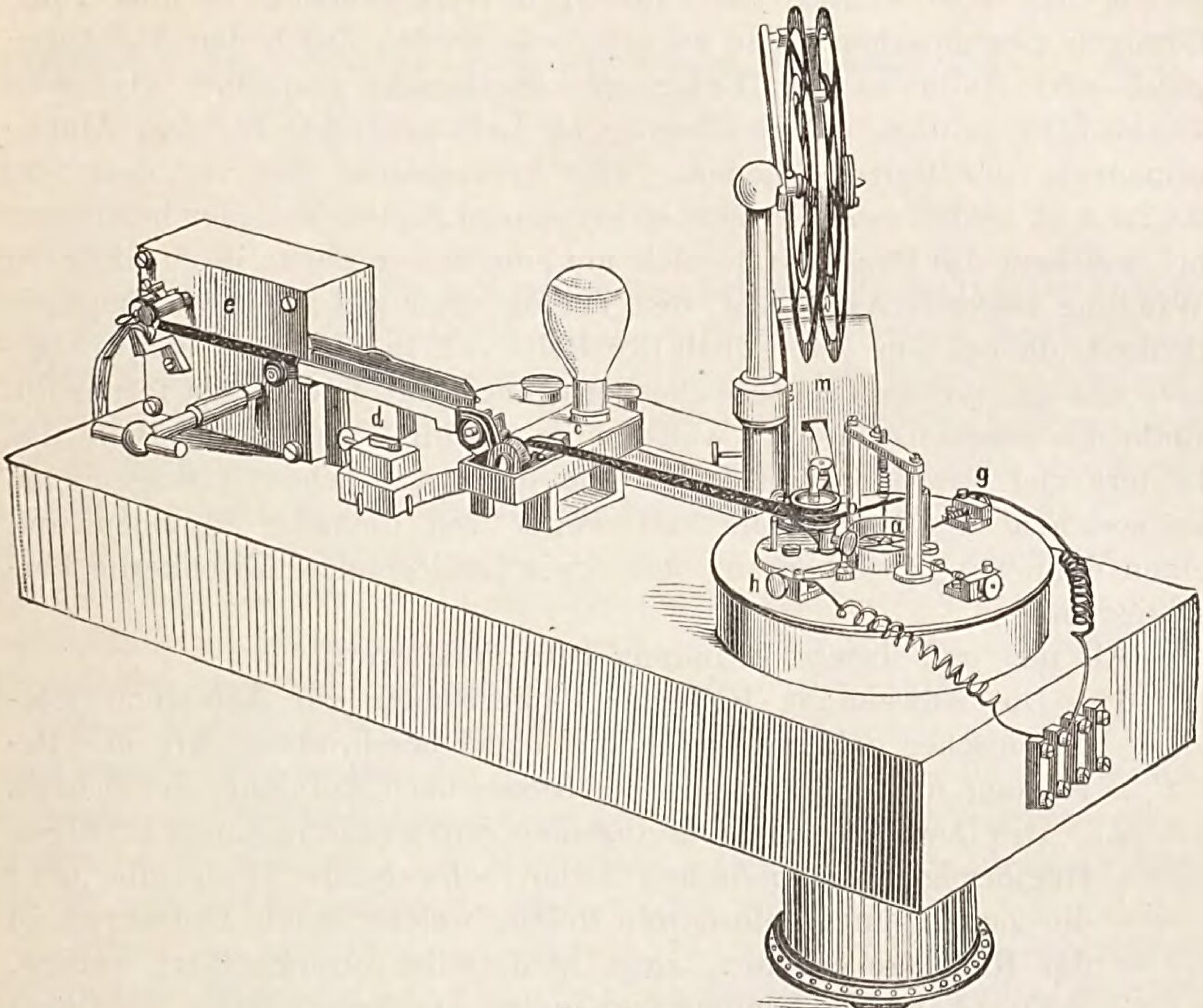


Fig. 163.

Ruhestellung zwischen den Magnetpolen zurückgehalten resp. in dieselbe zurückgeführt, deren Kraft bei Ablenkungen aus der Ruhestellung schneller wächst, wie die magnetische Anziehung zwischen den Polen und der Zunge. Diese Federkraft lässt sich am einfachsten dadurch herbeiführen, dass die Zunge durch eine gespannte Saite aus Stahldraht, oder anderem elastischen Material, an deren Mitte sie befestigt ist, in

[1]) Die hier beschriebene Art der Berussung und Fixirung des Russes ist von Herrn Dr. O. Frölich, dem Chef des Laboratoriums der Firma Siemens & Halske, ausgearbeitet worden.

ihrer Ruhelage festgehalten wird. Durch Veränderung der Länge und Spannung der Saite lässt sich das Verhältniss der zurückführenden Kraft zur Ablenkung aus der Ruhelage beliebig reguliren.

Für lange submarine oder unterirdische Leitungen, bei denen eine grössere Empfindlichkeit, wie sie durch Elektromagnete erreicht werden kann, erforderlich ist, um hinreichende Sprechgeschwindigkeit zu erzielen, wenden wir die an einer Spiralfeder suspendirte Aluminiumdrahtrolle zur Bewegung des Schreibgriffels an. Um dieselbe mit ausreichender Geschwindigkeit in die Ruhelage zurückzuführen, und sie gleichzeitig ohne seitliche Schwankungen freischwebend in dem ringförmigen magnetischen Felde zu erhalten, werden durch den Aufhängepunkt der Rolle an der Feder zwei horizontal gespannte elastische Drahtsaiten geführt, die gleichzeitig als Leitungsdrähte für den Aluminiumdraht der Spirale dienen. Das Arrangement hat vor dem von Bain und später von Thomson bei seinem Siphon recorder benutzten, bei welchem die Drahtspirale sich um eine in der Ebene ihrer mittleren Windung liegende Axe dreht, den Vorzug einer viel grösseren Empfindlichkeit, da bei ihm jeder Theil der Rolle sich in gleicher Geschwindigkeit bewegt, mithin auch gleiche Bewegungskraft erzeugt, da ferner die Rolle das magnetische Feld vollständig ausfüllt, und da endlich das letztere viel kräftiger wird, wie das des Bain'schen Arrangements, bei welchem die Magnetpole viel weiter von einander abstehen und einen doppelten Zwischenraum mit zwischenliegendem Eisenkerne einschliessen.

Als neu und unsere Erfindung betrachten wir:

1. Die Anwendung berusster Papierbänder zur Aufnahme telegraphischer Schrift, sowie die oben beschriebene Art der Berussung und der Fixirung des Russes nach Aufnahme der Schrift.
2. Die Bewegung des Schreibgriffels durch eine in einem kräftigen ringförmigen magnetischen Felde schwebende Drahtrolle oder die Zunge eines polarisirten Relais, welche durch Federkraft in der Ruhelage erhalten, resp. in dieselbe zurückgeführt werden.
3. Die Anwendung einer gespannten elastischen Saite, an deren Mitte die Relaiszunge befestigt ist, zur Hervorbringung dieser Federkraft.

Das Selenphotometer.

(Mittheilung des Hrn. C. Frischen in der 17. Jahresversammlung des Vereins von Gas- und Wasserfachmännern Deutschlands im Juni 1877.)

1877.

Meine Herren! Wer sich mit photometrischen Versuchen beschäftigt hat, der weiss, wie schwankend die Resultate derartiger Versuche sind, so dass derselbe Beobachter mit den gleichen Apparaten nicht allein verschiedene Resultate erhält, sondern dass ein anderer Beobachter, der die Beobachtungen wiederholt, ganz abweichende Resultate bekommt. Es muss deshalb ein Instrument, welches mehr Sicherheit in die photometrischen Bestimmungen einführen kann, von allen Fachleuten mit Freuden begrüsst werden; da die Einrichtung des Selenphotometers eine durchaus neue ist, so gestatten Sie wohl, dass ich vor der Beschreibung des Instrumentes auf die Geschichte desselben zurückgehe.

Der Vorsteher Mai der Kabelstation in Valentia entdeckte die merkwürdige Eigenschaft der Lichtempfindlichkeit des Selens, welches zu einem Widerstandsetalon, seines grossen Leitungswiderstandes wegen, verwendet worden war. — Lieutenant Sale, Professor Adams und Dr. W. Siemens haben die Sache näher untersucht.

Selen, ein einfaches, im Jahre 1817 von Berzelius entdecktes Halbmetall (Metalloid) ist, wenn es geschmolzen und schnell abgekühlt wird, ein glasähnlicher Körper, welcher in dünnen Schichten Licht mit rother Farbe durchscheinen lässt. Es ist in diesem Zustande ein vollkommener Isolator für den elektrischen Strom. Erwärmt man dieses amorphe Selen über 100° C., so erweicht es, giebt viel latente Wärme ab, wird krystallinisch, auch in den dünnsten Schichten vollständig, und leitet jetzt die Elektricität in ziemlich geringem Maasse. Es hat dabei die Eigenschaft, die Elektricität wie Flüssigkeiten zu leiten, d. h. die Leitungsfähigkeit nimmt mit der Temperatur zu, verhält sich also wie Kohle und Tellur. — In diesem Zustande ist das Selen lichtempfindlich, denn seine Leitungsfähigkeit wird durch Beleuchtung vergrössert, wenn auch nur im geringen Maasse. Diese Wirkung wird

durch alle Lichtfarben ausgeübt, doch nimmt die Wirkung des farbigen Lichtes der prismatischen Farben von Violett bis zum Roth fortlaufend zu. Die unsichtbaren chemisch wirkenden Strahlen und die auf der anderen Seite des Spektrums liegenden dunklen Wärmestrahlen geben keine direkte Lichtwirkung. In dieser Hinsicht verhält sich das Selen also ähnlich wie die Netzhaut des Auges.

Herrn Dr. W. Siemens gelang es, durch eine mehrstündige Erhitzung des amorphen Selens bei einer Temperatur von 210 ° C. einen neuen Zustand des Selens herzustellen, welcher die Eigenschaft der metallischen Leitung besitzt, dessen Widerstand mit der steigenden Wärme abnimmt. Diese Selenmodifikation hat eine viel grössere Leitungsfähigkeit und entsprechend grössere Lichtempfindlichkeit, und ist die letztere auch in hohem Grade konstant. — Es gelang Dr. Siemens auch, aus diesem Selen leicht empfindliche Präparate herzustellen, welche selbst die schwächsten Lichtdifferenzen noch mit Sicherheit anzeigen, und fand derselbe ferner, dass die Zunahmen der Leitungsfähigkeit dieser Selen-Präparate sich annähernd wie die Quadratwurzeln aus den Lichtstärken verhalten.

Dr. Siemens' Absicht ging nun dahin, hierauf ein Photometer zu begründen, welches die Lichtstärken direkt angeben sollte und sie nicht, wie alle bekannten Photometer mit einander vergleicht. Dieser Versuch schlug aber fehl, da die Lichtempfindlichkeit des Selens hierzu zu wenig konstant ist. Dagegen bietet das Selen ein ausgezeichnetes Mittel, die Gleichheit zweier Lichteffekte zu konstatiren, resp. sie herbeizuführen und die Lichtvergleichungsversuche somit unabhängig vom Auge des Beobachters zu machen.

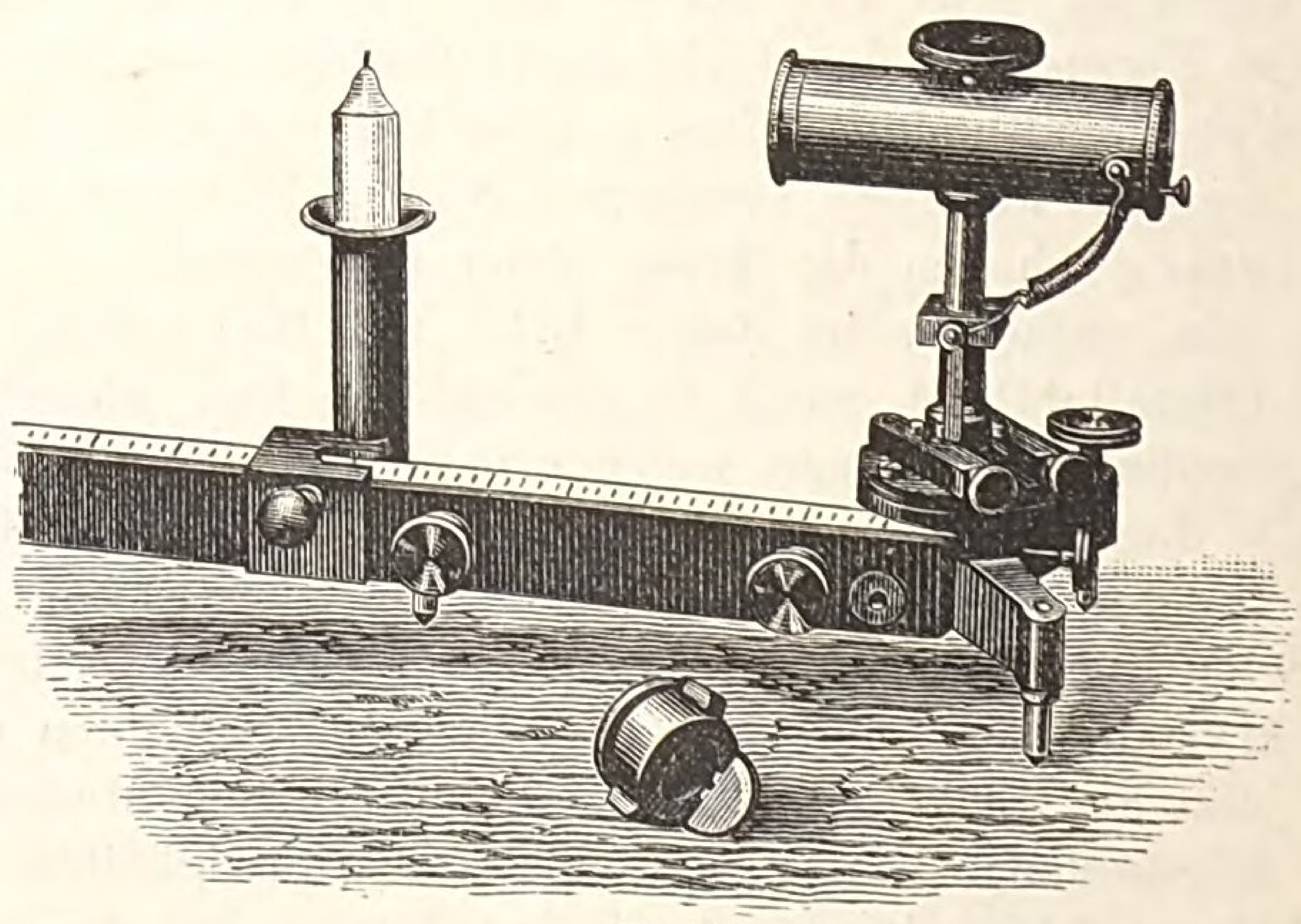


Fig. 164.

Ein solches Selen-Photometer liegt der Versammlung vor (Fig. 164). Das lichtempfindliche Selenplättchen ist am Boden eines offenen Rohres

angebracht, welches drehbar den zu vergleichenden Lichtquellen zugewendet werden kann. Aus einer kleinen galvanischen Batterie wird durch das Selen und durch ein empfindliches Galvanometer ein elektrischer Strom geschickt, der die Nadel ablenkt.

Wenn man nun das Rohr öffnet und dasselbe auf ein Licht richtet, so vergrössert sich die Ablenkung des Galvanometers. Schliesst man das Rohr, so geht die Ablenkung langsam auf den alten Standpunkt zurück. Man dreht nun das Rohr auf die zu messende Lichtquelle und wartet ab, bis die Ablenkung ein Maximum geworden ist und richtet dann das Rohr wieder auf die Normalkerze, die man so lange auf der Entfernungsskala verschiebt, bis die frühere Nadelablenkung vorhanden ist. Wenn man nun einige Male die Wirkung der Lichtquellen wechselt, und die Entfernung der Normalkerze so einstellt, dass keine bleibende Differenz der Nadelablenkung bei beiden Beleuchtungen mehr vorhanden ist, so stehen die Lichtstärken im umgekehrten Verhältniss der Quadrate der Entfernungen vom Selen-Plättchen.

Die Genauigkeit dieser Messungsmethode lässt sich durch Vergrösserung des Selen-Präparates und Vergrösserung der Empfindlichkeit des Galvanometers fast beliebig erhöhen und ist gänzlich unabhängig von der bei allen bekannten Photometern so störenden verschiedenen Begabung des Auges, Lichtdifferenzen zu erkennen.

In gewisser Hinsicht ist das Selen-Photometer auch unabhängig von der Lichtfarbe. Verschieden farbiges Licht lässt sich mit den gewöhnlichen Photometern eigentlich gar nicht vergleichen, und verschiedene Beobachter werden ebenso viel verschiedene Resultate erhalten. Das Selen-Photometer giebt in dieser Beziehung aber stets einen bestimmten Vergleichswerth an.

Eine andere Frage ist es allerdings, ob diese Angabe auch völlig dem entspricht, was die praktische Photometrie angeben soll; wir brauchen das Licht, um Gegenstände in Form und Farbe zu erkennen, und sollte daher ein ganz normales Photometer diesen Lichtwerth, nicht das grössere oder geringere Gefühl der Helligkeit, angeben.

Das Selen wird aber durch rothes Licht stärker beeinflusst, wie z. B. durch blaues. Ob wir aber bei blauem oder rothem Licht, wenn solches z. B. auf das Selen-Photometer eine gleiche Lichtstärke ausübt, besser oder schlechter erkennen können, ist noch unentschieden und muss erst durch Versuche festgestellt werden. Dieselben haben bereits begonnen und hat sich dabei allerdings schon herausgestellt, dass bei Vergleichung des weissen elektrischen Lichtes mit dem gelblichen Kerzenlicht das Selen-Photometer die Leuchtkraft des elektrischen Lichtes viel geringer angiebt, wie andere photometrische Methoden.

Möglich ist also, dass man bei Vergleichung verschieden gefärbten

Lichtes mittelst des Selen-Photometers die Angaben desselben mit einem Coefficienten zu multipliciren hat, der für die verschiedenen Farben des Spektrums zu ermitteln ist.

Jedenfalls giebt aber das Selen-Photometer bestimmte Angaben für die Vergleichung verschiedenfarbigen Lichtes, und bildet dies den wichtigsten Vorzug des Selen-Photometers vor allen übrigen.

Das Instrument kann daher der Aufmerksamkeit der Beleuchtungstechniker mit Recht empfohlen werden.

Ueber Telephonie.

(Gelesen in der Berliner Akademie der Wissenschaften am 21. Januar 1878.

1878.

Die überraschenden Leistungen der elektrischen Telephone von Bell und Edison nehmen mit Recht auch das Interesse der Naturforscher in hohem Maasse in Anspruch. Die durch sie angebahnte Lösung des Problems der Uebertragung der Töne und Sprachlaute nach entfernten Orten verspricht der Menschheit ein neues Verkehrs- und Kulturmittel zu geben, welches ihre socialen Verhältnisse wesentlich beeinflussen und auch der Wissenschaft wesentliche Dienste leisten wird! Es erscheint daher angemessen, dass auch die Akademie diese so viel versprechenden Erfindungen in den Kreis ihrer Betrachtungen zieht.

Die Möglichkeit, nicht nur Töne, sondern auch Klänge und Sprachlaute in grösseren Entfernungen mechanisch zu reproduciren, ist theoretisch durch Helmholtz' bahnbrechende Untersuchungen, welche das Wesen der Tonfarbe und Sprachgeräusche klar legten, gegeben.

Sind, wie er nachgewiesen hat, die Klänge und Laute nur dadurch von den reinen Tönen verschieden, dass letztere aus einfachen, erstere aus mehrfach über einander gelagerten Wellenzügen des den Schall vermittelnden Mediums bestehen, und sind die Sprachgeräusche als unregelmässige Schwingungen, mit denen die Vokallaute beginnen oder enden, aufzufassen, so ist auch die Möglichkeit gegeben, auf mechanischem Wege eine gewisse Folge solcher Schwingungen an entfernten Orten wieder hervorzubringen. Das praktische Leben ist hierin sogar, wie häufig der Fall, der Wissenschaft vorangeeilt. Der bisher nicht genug beachtete, sogenannte „Sprechtelegraph", bestehend aus zwei Membranen, die durch einen starken und dabei möglichst leichten Faden oder feinen Draht, der an ihrer Mitte befestigt ist, gespannt werden, bewirkt eine vollkommen deutliche Uebertragung der Sprache auf viele hundert Meter Entfernung. Der Faden kann dabei an beliebig vielen Punkten durch elastische Fäden von einigen Zoll Länge getragen, kann auch, bei ähnlicher elastischer Befestigung an den Ecken, beliebige Winkel

bilden, ohne dass der Apparat die Fähigkeit verliert, selbst die völlig tonlose Flüstersprache mit vollständiger Deutlichkeit und Treue zu übertragen — eine Leistung, welche bisher kein elektrisches Telephon auszuführen vermag. Wenn auch dieser „Sprechtelegraph", oder richtiger dies „Faden-Telephon", keinen praktischen Werth hat, da seine Wirkung auf kurze Entfernungen beschränkt bleibt und durch Wind und Regen unterbrochen wird, so ist er doch deswegen höchst bemerkenswerth, weil er den Nachweis führt, dass gespannte Membranen befähigt sind, alle Luftschwingungen, von denen sie getroffen werden, in nahe vollkommener Weise aufzunehmen und alle Sprachlaute und Geräusche andrerseits wieder hervorzubringen, wenn sie auf mechanischem Wege in ähnliche Schwingungen versetzt werden.

Reis versuchte bekanntlich zuerst, die Uebertragung von Tönen, anstatt durch einen gespannten Faden, durch elektrische Ströme zu bewirken. Er benutzte die Schwingungen einer den Schallwellen ausgesetzten Membran zur Hervorbringung von Schliessungs-Kontakten einer galvanischen Kette. Die hierdurch erzeugten Stromwellen durchliefen am anderen Ende der Leitung die Windungen eines Elektromagnetstabes, der, mit passenden Resonanzvorrichtungen versehen, dieselben Töne annähernd wieder hervorbrachte, von welchen die von den Schallwellen getroffene Membran in Schwingungen gesetzt wurde. Es konnte dies nur in sehr unvollkommener Weise geschehen, da die Kontaktvorrichtungen nur bei den grösseren Schwingungen der Membran wirksam werden und auch diese nur unvollständig wiedergeben konnten.

Bell scheint zuerst den glücklichen Gedanken gehabt zu haben, durch die schwingende Membran selbst die zur Uebertragung ihrer Schwingungen dienenden Ströme hervorbringen zu lassen, indem er dieselbe aus weichem Eisen herstellte und ihre Mitte dem mit isolirtem Draht umwundenen Ende eines Stahlmagnetes sehr nahe gegenüberstellte. Durch die Schwingungen der Membran wurde nun die Anziehung zwischen Platte und Magnet und damit das magnetische Potential des umwundenen Endes des Magnetstabes abwechselnd vergrössert und verringert; es entstehen hierdurch im Umwindungsdrahte und der Leitung Ströme, welche bei der Kleinheit der Schwingungen der Platte den Schwingungen der Luftmasse entsprechende elektrische Sinus-Schwingungen erzeugten, die also im Stande waren, in einem, am anderen Ende der Leitung eingeschalteten, ähnlichen Apparate wiederum Membran- und Luftschwingungen hervorzurufen. Es bleibt hierbei ohne Einfluss, dass, wie du Bois-Reymond (Archiv für Physiologie, 1877, S. 573 und 582) nachgewiesen hat, in der empfangenden Membran die Phasen und Amplitudenverhältnisse der Partialtöne andere sind, als in der gebenden Membran.

Ein wesentlich verschiedener Weg ist, wie es scheint, gleichzeitig

mit Bell, von Edison betreten. Derselbe benutzt eine galvanische Kette, welche einen dauernden Strom durch die Leitung sendet.

In den Leitungskreis ist am gebenden Ende eine Schicht gepulverten Graphits eingeschaltet, welche sich zwischen zwei von einander isolirten Metallplatten in gelinder Pressung befindet. Die obere Platte ist an der schwingenden Membran befestigt und drückt das Graphitpulver, den Luftschwingungen entsprechend, mehr oder weniger zusammen. Dadurch wird der Leitungswiderstand des Graphitpulvers entsprechend verändert, und hierdurch werden wiederum sinusoïde, den Luftschwingungen äquivalente Aenderungen der Stärke des die Leitung durchlaufenden Stromes hervorgerufen. Als Empfangsapparat benutzt Edison keine Membran, sondern eine andere, ganz eigenthümliche Vorrichtung. Sie beruht auf der Erfahrung, dass die Reibung, welche zwischen einem Metallstück und einem mit einer leitenden Flüssigkeit getränkten, gegen das Metallstück gedrückten Papierbande besteht, vermindert wird, wenn ein Strom durch das Papier zu diesem Metallstücke geht. Ich habe diese merkwürdige Erscheinung für den Fall bestätigt gefunden, dass der Strom so gerichtet ist, dass sich Wasserstoff an der Metallplatte ablagert, oder wenn das Metallstück aus einem nicht oxydirbaren Metalle besteht. Die Verminderung des Reibungscoefficienten durch den Strom rührt daher offenbar von elektrolytisch erzeugten Gasen her, welche sich auf der Metallplatte ablagern. Auffallend bleibt dabei aber die fast momentan zu nennende Schnelligkeit, mit welcher die Wirkung auch bei sehr schwachen Strömen eintritt.

Edison befestigt nun die gegen das feuchte Papier gedrückte Metallplatte an einem Schallbrette und zieht das über eine Walze geführte, feuchte Papier durch kontinuirliche Drehung dieser Walze unter dem Metallstücke durch. Wenn nun das Metallstück und die metallene Walze in den Leitungskreis eingeschaltet sind, so bewirken die Stromänderungen, welche durch das stärker oder schwächer gepresste Graphitpulver hervorgerufen werden, äquivalente Veränderungen des Reibungscoefficienten zwischen dem am Schallbrette befestigten Metallstücke und dem Papiere, wodurch jenes in entsprechende Schwingungen versetzt wird, die sich dem Schallbrette und durch dieses der Luft mittheilen.

Das Edison'sche Telephon ist sehr bemerkenswerth durch die Neuheit der Hülfsmittel, welche bei demselben zur Verwendung kommen, ist aber offenbar noch nicht zur praktischen Brauchbarkeit durchgearbeitet. Das Bell'sche Telephon dagegen hat in seiner merkwürdig einfachen Form in kurzer Zeit, namentlich in Deutschland, eine grosse Verbreitung gefunden, und es liegt bereits ein grosses Erfahrungsmaterial zur Beurtheilung seiner Brauchbarkeit vor. Seine Mängel bestehen namentlich in der grossen Schwäche der reproducirten Sprachlaute, die für ein deutliches Verständniss ein Andrücken der Schall-

öffnung an's Ohr und andererseits ein unmittelbares Hineinsprechen in dieselbe erforderlich machen. Dabei ist eine stille Umgebung nothwendig, damit das Ohr nicht durch fremde Geräusche abgestumpft und gestört wird. Ein noch schwerer wiegendes Hinderniss seiner praktischen Verwendung besteht aber darin, dass es auch vollständiger elektrischer Ruhe bedarf. Da es ausserordentlich schwache Ströme sind, welche durch die schwingende Eisenmembran erzeugt werden und die andererseits die Eisenmembran des anderen Instrumentes in ähnliche Schwingungen versetzen, so genügen auch sehr schwache fremde Ströme, um die letzteren zu stören und verwirrende Geräusche anderen Ursprungs dem Ohre zuzuführen.

Um mir Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Stärke der Ströme zu verschaffen, welche im Telephon thätig sind, stellte ich ein Bell'sches Telephon, dessen Magnetpol mit 800 Windungen 0.10 mm dicken Kupferdrahtes von 110 Q. E. Widerstand umwunden war, in einen Leitungskreis ein, der ein Daniell'sches Element mit einem Kommutator enthielt, durch den die Stromrichtung etwa 200 mal in der Sekunde umgekehrt wurde.

Ohne eingeschalteten Widerstand erzeugten diese Stromwellen im Telephon ein weithin hörbares, höchst unharmonisches und dicht am Ohr kaum zu ertragendes Geräusch. Durch Einschaltung von Widerstand verminderte sich dieses Geräusch, war aber bei Einschaltung von 200 000 Einheiten noch sehr laut vernehmbar. Selbst einfache Schliessungen und Oeffnungen der Kette waren durch diesen Widerstand noch deutlich als kurzer Schall vernehmbar. Wurden 6 Daniells eingeschaltet, so konnte man das Geräusch durch 10 Millionen Einheiten noch deutlich vernehmen. Schaltete man 12 Daniells und 20 Millionen Einheiten Widerstand ein, so war das Geräusch entschieden deutlicher als im vorhergehenden Falle. In gleicher Weise fand ein Zunehmen seiner Stärke statt, als man 30 und 50 Millionen Einheiten mit 18 resp. 30 Daniells einschaltete. Es ist dies eine Bestätigung der Beobachtung von Beetz, dass der Elektromagnetismus bei gleicher Stromstärke schneller in Leitungskreisen von grossem Widerstande mit entsprechend grösseren elektromotorischen Kräften hervorgerufen wird, als in Leitungskreisen mit geringem Widerstande und verhältnissmässig geringeren elektromotorischen Kräften, da die in den Windungen des Elektromagneten auftretenden Gegenströme in letzterem Falle mehr zur Geltung kommen, als im ersteren.

Schaltet man in den Leitungskreis des Kommutators die primäre Spirale eines kleinen Voltainduktors, wie solche von Aerzten gewöhnlich verwendet werden, während Telephon und Widerstandsskala sich in dem Kreise des sekundären Drahtes befanden, so erhielt man mit einem Daniell noch ein laut schallendes Geräusch bei Einschaltung von 50 Millionen Q. E., was selbst dann noch deutlich hörbar war,

als man die sekundäre Spirale ganz bis zum Ende der primären zurückschob.

Diese grosse Empfindlichkeit des Bell'schen Telephons für schwache Ströme macht es sehr brauchbar als Galvanoskop, namentlich zum Nachweis schwacher, schnell sich verändernder Ströme, für welche es bisher kaum ein anderes Prüfungsmittel gab, als die Zuckungen des Froschschenkels. Auch bei Widerstandsmessungen mittelst der Brückenmethode wird das Telephon oft mit Vortheil anstatt des Galvanometers im Zweigdrahte der Brücke verwendet werden können. Es ist hierbei aber nöthig, nur gerade, in grösserer Entfernung von einander ausgestreckte Drähte als Widerstände zu verwenden, da anderenfalls Störungen durch Induktion entstehen würden.

Es erklärt sich hierdurch vollständig die grosse Empfindlichkeit des Telephons gegen elektrische Störungen in den Leitungen, die seine Anwendung auf oberirdischen Leitungen sogar fast gänzlich ausschliesst, wenn an denselben Stangen sich Leitungen befinden, welche zu telegraphischer Korrespondenz benutzt werden. Selbst wenn man zwei benachbarte, an denselben Stangen befindliche Leitungen zur Bildung des Leitungskreises verwendet, wobei die von den entfernteren anderen Drähten ausgehende, elektrodynamische, wie elektrostatische Induktion sich zum grössten Theile kompensirt, hört man im Telephon doch jeden Strom, der durch einen dieser Drähte geht, als laut klatschendes Geräusch, welches die Telephonsprache ganz unverständlich macht, wenn es sich häufig wiederholt.

Noch weit schlimmer sind diese Störungen, wenn man die Erde zur Schliessung des Leitungskreises benutzt. Selbst wenn man für den Telephondraht besondere Erdplatten nimmt oder eine Gas- oder Wasserleitung als solche benutzt, hört man deutlich jeden Strom, der durch benachbarte Erdplatten der Erde zugeführt wird. Da das elektrische Potential bei der Verbreitung eines Stromes im Erdboden mit den Kuben der Entfernung vom Zuleitungspunkte abnimmt, so beweist auch dies die ungemeine Empfindlichkeit des Telephons für schwache Ströme.

Bei oberirdischer Drahtführung sind Telephone aus diesen Gründen nur zu verwenden, wenn besondere Gestänge für die Telephonleitungen verwendet werden. Ferner ist die Erdleitung nur an Orten zu benutzen, die keine Telegraphenstationen haben, oder wo die zum Telegraphiren benutzten Erdplatten weit entfernt von denjenigen sind, welche für die Telephonleitungen benutzt werden.

Trotz dieser grossen Empfindlichkeit des Bell'schen Telephons überträgt es doch die Schallwellen, von denen seine Membran getroffen wird, nur sehr unvollständig auf die korrespondirende Membran und das derselben genäherte Ohr. Als der Schallöffnung eines nach Bell's Angaben konstruirten, sehr empfindlichen Telephons eine laut tickende

Taschenuhr genähert wurde, konnte man das laute Ticken derselben im anderen Telephon nicht hören, selbst dann nicht, als die Uhr das Gehäuse des Telephons unmittelbar berührte. Das oben erwähnte Fadentelephon übertrug das Ticken dagegen durch einen ca. 20 m langen Faden noch sehr deutlich. Dasselbe war noch vernehmbar, wenn die Uhr 8 cm von der Mündung des cylindrischen Höhrrohrs entfernt war. Direkt war das Ticken mit ungefähr gleicher Deutlichkeit noch auf 130 cm Entfernung hörbar, das Fadentelephon übertrug mithin etwa $^1/_{260}$ der Schallstärke. Da das elektrische Telephon die leiseste Sprache noch verständlich übertrug, so musste es das tonlose, tickende, wenn auch lautere Geräusch der schnellen und unregelmässigen Schwingungen wegen, die es bilden, nicht mehr übermitteln können.

Aus gleicher Ursache ist auch die eigentliche, ganz tonlose Flüsterstimme durch das elektrische Telephon nicht mehr vernehmbar, während sie durch das Fadentelephon auf 20 m Entfernung noch deutlich vernehmbar ist. Ebenso übertragen elektrische Telephone, welche die leiseste Sprache noch deutlich wiedergeben, den lauten, aber tonlosen Schlag zweier Eisenstücke oder Glasstücke gar nicht oder doch kaum merkbar.

Auffallend ist es, dass das elektrische Telephon trotz dieser geringen Fähigkeit, die aus sehr schnellen und unregelmässigen Schwingungen bestehenden Geräusche zu übertragen, doch die Klangfarbe der Töne und Sprachlaute so treu wiedergiebt, dass man die Stimmen der Sprechenden fast ebenso gut durch das Telephon, wie direkt erkennen kann. Doch klingt die Stimme etwas klangreicher, was dem Umstande zuzuschreiben ist, dass die Töne besser und kräftiger reproducirt werden, als die Sprachgeräusche. Auch der Gesang klingt durch das Telephon in der Regel weicher und tonreicher als direkt.

Um einen Anhalt dafür zu gewinnen, welcher Bruchtheil der Schallstärke, welche die Membran des einen Telephons trifft, von der des anderen wiedergegeben wird, stellte ich einige Versuche mit Spieldosen an. Die kleinere, welche kurze, scharfe Töne gab, war im Freien auf offener Fläche von guten Ohren noch in 125 m Entfernung hörbar, während man durch das Telephon nur noch einzelne Töne hörte, wenn das Telephon mehr als 0,2 m von der Spieldose entfernt wurde. Es wurde hier also nur ca. $^1/_{390000}$ des Schalles wirklich übertragen. Ein etwas grösseres Spielwerk, welches weniger hoch gestimmt war und länger andauernde Töne gab, war im Freien nicht viel weiter zu hören, als die kleine Spieldose, aber das Telephon liess die gespielte Melodie noch in 1,2 m Entfernung erkennen. Es ergiebt dies eine Uebertragung von ca. $^1/_{10000}$ der vom Telephon aufgenommenen Schallstärke. Wenn nun auch die Sprachlaute, sowie tiefere und mehr getragene Töne, wahrscheinlich besser übertragen werden, als die Melodie der Spieldosen, so ist doch nicht anzunehmen, dass ein Bell'sches

Telephon im Durchschnitt mehr wie $^1/_{10000}$ der Schallmasse, von der es getroffen wird, auf das andere Telephon überträgt.

Es folgt aus dem Obigen, dass das Bell'sche Telephon trotz seiner überraschenden Leistungen doch nur in sehr unvollkommener Weise die Schallübertragung bewirkt.

Dass wir die Sprache des durch so ungemein schwache Ströme erregten Telephons verstehen, verdanken wir nur der ausserordentlichen Empfindlichkeit und dem grossen Umfange unseres Hörorgans, welche dasselbe befähigen, den Schall des Kanonenschusses, den es noch in 5 m Entfernung erträgt, in einer Entfernung von 50 km noch zu hören, also Luftschwingungen noch innerhalb der 100 millionenfachen Stärke als Schall zu empfinden.

Das Telephon ist hiernach der Verbesserung noch in hohem Grade fähig und bedürftig. Wenn es auch nicht möglich ist, den Schallverlust ganz zu beseitigen — was annähernd der Fall sein würde, wenn zu bewirken wäre, dass die Schwingungen der zweiten Membran dieselbe Amplitude wie die der ersten erhielten — da bei den wiederholten Umformungen von Bewegungen und Kräften immer ein Verlust an lebendiger Kraft durch Umwandlung in Wärme stattfinden muss, so ist das vorhandene Missverhältniss doch viel zu gross. Mit der Verminderung dieses Verlustes und der dadurch erzielten Verstärkung des ankommenden Schalles würde aber erreicht werden, dass das Gehör weniger angestrengt zu werden brauchte und in grösserem Abstande vom Instrumente die übermittelten Laute noch deutlich vernehmen und unterscheiden könnte. Es würden dann auch die durch fremde, schwache elektrische Ströme hervorgerufenen Störungen weniger störend empfunden werden, da sie von den ankommenden stärkeren Sprachlauten überdeckt würden.

Es ist hierdurch auch die Richtung angegeben, welche zur Verbesserung des Bell'schen Telephons einzuschlagen ist.

Um stärkere Ströme hervorzubringen, muss die zur Aufnahme der Schallwellen bestimmte Membran hinlänglich gross und so beschaffen sein, dass die ihre Fläche treffenden Schallwellen einen möglichst grossen Theil ihrer lebendigen Kraft auf sie übertragen können. Die Membran muss dabei hinlänglich beweglich sein, damit ihre Schwingungen nicht zu klein ausfallen, und die zur Hervorbringung der elektrischen Ströme aufgewandte Arbeit muss so gross sein, dass die in der Membranschwingung angesammelte lebendige Kraft durch dieselbe konsumirt wird, oder mit anderen Worten so gross, dass sie die Membranschwingungen aperiodisch macht. Eine Vergrösserung des Bell'schen Eisenblechs ist nur innerhalb sehr beschränkter Grenzen vortheilhaft, da grössere und entsprechend dickere Platten leicht Eigenschwingungen annehmen, welche die Deutlichkeit der übermittelten Laute vermindern. Auch die magnetische Anziehung der Eisenplatte

darf beim Bell'schen Telephon nicht zu hoch gesteigert werden, da dieselbe sonst zu sehr einseitig durchgebogen und gespannt wird, was ebenfalls die Deutlichkeit beeinträchtigt.

Ich habe nun mit wesentlichem Erfolge versucht, die magnetische Anziehung zwischen der Eisenmembran und dem mit Draht umwundenen Magnetpole zu verstärken, ohne die erstere aus ihrer Gleichgewichtslage zu bringen, indem ich sie zwischen die Polenden eines kräftigen Hufeisenmagnetes brachte.

Der über dem Eisenblech befindliche Pol bildete einen Ring, dessen Oeffnung das ziemlich weite Schallloch bildete, während der untere Pol des Hufeisens der Mitte der Schallöffnung gegenüber den mit Drahtrolle versehenen Eisenstift trug. Die Membran selbst bestand nur in der Mitte aus Eisen, soweit sie dem ringförmigen Pol gegenüberstand, während der übrige Theil aus Messingblech, an welches das Eisen angelöthet wurde, hergestellt war. Durch die Einwirkung des magnetischen Eisenringes ward nun die Mitte des Eisenblechs selbst stark magnetisch, es fand also eine sehr verstärkte Anziehung zwischen demselben und dem entgegengesetzt magnetischen Eisenstift statt, während die von beiden Seiten gleich stark angezogene Eisenplatte mit der ganzen Membran im Gleichgewichtszustande blieb, also frei nach beiden Seiten hin schwingen konnte.

Eine andere Modifikation bestand darin, dass ich beide Magnetpole ringförmig machte und mit kurzen, aufgeschnittenen Eisenröhren versah, die mit Windungen versehen wurden. Es standen jetzt der Eisenplatte zwei gleichartige, ringförmige Magnetpole gerade gegenüber, während diese selbst die entgegengesetzte Polarität hatte. Es ist dies dieselbe Kombination, welche ich bei sogenannten polarisirten Relais vielfach mit gutem Erfolg verwende, bei denen die bewegliche, stark magnetische Eisenzunge zwischen zwei entgegengesetzt magnetischen und gleich weit von derselben entfernten Magnetpolen, deren Enden mit Windungen versehen sind, sich befindet.

Auch für telephonische Rufsignal-Apparate hat sich diese Anordnung bewährt. Befindet sich eine Stelle des Randes einer Stahlglocke, welche selbst an dem einen Pole eines Hufeisen-Magnetes befestigt ist, zwischen zwei mit Windungen versehenen Eisenstiften, welche den anderen Pol des Hufeisen-Magnetes bilden, so giebt eine zweite, gleich gestimmte und ähnlich eingerichtete Glocke jeden Glockenschlag an die andere mit überraschender Stärke wieder, wenn die Windungen beider in einen Leitungskreis eingeschaltet sind. Dasselbe gilt von gleich gestimmten Stimmgabeln.

Anstatt zweier gleichgestimmter Glocken oder Stimmgabeln genügt es auch, wenn es sich nur um Uebertragung des Glockentons als Alarmsignal handelt, nur eine Glocke oder Stimmgabel in den Telephonkreis einzuschalten. Die Telephone geben dann laut tönende Glockenschläge.

Wenn auf diese Weise auch die Leistungsfähigkeit des Telephons bedeutend erhöht werden kann, so bleibt man doch bei Beibehaltung der Bell'schen Eisenmembran an ziemlich enge Grenzen gebunden, sowohl hinsichtlich der Grösse der den Schall aufnehmenden Membran, als der Stärke des wirksamen Magnetismus, deren Ueberschreitung die Sprachlaute undeutlich macht und ihnen einen fremden, unangenehmen Nebenklang giebt.

Zur Konstruktion grösserer, weit kräftigere Ströme liefernder Telephone benutze ich daher keine schwingende Eisenplatte, sondern befestige an der die Schallwellen aufnehmenden Membran, die aus nicht magnetischem Material hergestellt wird, eine leichte Drahtrolle, welche frei in einem ringförmigen, stark magnetischen Felde schwebt. Durch die Schwingungen der Drahtrolle werden in derselben kräftige Ströme wechselnder Richtung inducirt, welche am anderen Ende der Leitung entweder die Drahtrolle eines ähnlichen Instrumentes, oder die Eisenmembran eines Bell'schen Telephons in ähnliche Schwingungen versetzen.

Da man eine ebene Membran nicht über eine ziemlich enge Grenze hinaus vergrössern kann, ohne die übertragenen Sprachlaute zu verwirren, so habe ich auf Helmholtz' Rath der Membran die Form des Trommelfelles des Ohres gegeben.

Man erhält diese Form nach Helmholtz, wenn man eine feuchte Pergamenthaut oder Blase über den Rand eines Ringes spannt und ihre Mitte dann durch eine Schraube oder anderweitig bis zur gewünschten Tiefe allmählich niederdrückt. Im getrockneten Zustande behält die Membran dann diese Form bei. Bildet man darauf nach dieser Form ein Metallmodell, so kann man Metallmembranen aus Messing- oder besser Aluminiumblech mit Hülfe derselben drücken, welche genau dieselbe Form haben, wie die erstere. So geformte Membranen sind namentlich zur Aufnahme der Schallwellen und zur Uebertragung der lebendigen Kraft derselben auf in Schwingung zu setzende Massen — ein Zweck, den sie auch im Ohre zu erfüllen haben — besonders geeignet, da ihre Durchbiegung hauptsächlich in der Nähe des Randes der Membran erfolgt, während dieselbe bei der ebenen Membran mehr in der Nähe des Centrums stattfindet, bei ihr daher auch nur die die Mitte der Platte treffenden Schallwellen zur vollen Wirkung kommen. Ein solches Telephon mit einer Pergamentmembran von 20 cm Durchmesser, einer Drahtrolle von 25 mm Durchmesser, 10 mm Höhe und 5 mm Dicke, in einem durch einen starken Elektromagnet erzeugten, kräftigen, magnetischen Felde, überträgt jeden in einem Zimmer von mässiger Grösse an beliebiger Stelle hervorgebrachten Laut mit voller Deutlichkeit auf eine grössere Zahl kleinerer Telephone. Bemerkenswerth ist dabei die grosse Reinheit und Klarheit, mit der das Telephon die Sprachlaute und Töne überträgt. Es

kann dies zum Theil von der zweckmässigen Membranform, zum Theil aber auch davon herrühren, dass die Rolle bei der Verschiebung im cylindrischen, magnetischen Felde regelmässigere sinusoïde Ströme erzeugt, als eine schwingende Eisenplatte. Wird eine solche Drahtrolle vermittelst einer Kurbel mit langer Krummzapfenstange schnell auf und nieder bewegt, so kann man sich eines solchen Apparates mit Vortheil zur Erzeugung von kräftigen Sinus-Strömen bedienen.

Zur Wiedergabe der Sprachlaute ist die Trommelfell-Membran-Form weniger gut geeignet. Es erscheint auch allgemein zweckmässiger, mit kräftigen, grösseren Instrumenten zu geben und mit kleineren, zarter und leichter konstruirten zu empfangen, wobei man das Instrument in die zweckmässigste Lage zum Ohre bringt.

Zu kräftige Empfangsapparate haben den Nachtheil, dass die durch die Schwingungen ihrer Membran erzeugten Gegenströme die bewegenden Ströme schwächen und die sinusoïden Wellenzüge der inducirten Ströme verschieben, wodurch die Sprache undeutlich wird und fremde Klangfarben annimmt.

Es ist überhaupt kaum anzunehmen, dass es gelingen wird, Telephone nach Bell'schem Princip, bei denen die Schallwellen selbst die Arbeit der Hervorbringung der zu ihrer Uebertragung erforderlichen Ströme zu leisten haben, in der Art herzustellen, dass sie eine in grösserer Entfernung vom Telephon deutlich vernehmbare Sprache reden, und ganz unmöglich ist es, wie schon hervorgehoben, zu erzielen, dass sie die Schallmasse, von der ihre Membran getroffen wird, ungeschwächt oder gar verstärkt reproduciren. Diese Möglichkeit ist aber nicht ausgeschlossen, wenn eine galvanische Kette zur Bewegung der Membran des Empfangsapparates benutzt wird, welche dann die aufzuwendende Arbeit leistet. Reis hat dies mit Hülfe von Kontakten, Edison mit Hülfe des Graphitpulvers, welches er in den Leitungskreis der Kette einschaltet, auszuführen versucht.

Kontakte werden schwerlich hinreichend konstant und zuverlässig funktioniren, um die Sprachlaute rein wiedergeben zu können. Möglich ist es aber, dass die Aufgabe auf dem von Edison eingeschlagenen Wege gelöst wird. Es kommt dabei nur darauf an, ein Material oder eine Vorrichtung aufzufinden, mit deren Hülfe beträchtliche und der Schwingungsamplitude der Membran proportionale Aenderungen des Widerstandes des Leitungskreises hervorgebracht werden. Das Graphitpulver hat eine zu unbeständige Form und Beschaffenheit, um diese Aufgabe mit Sicherheit erfüllen zu können. Versuche mit anderen Einrichtungen, welche ich angestellt habe, haben bisher kein befriedigendes Resultat gegeben. Dessen ungeachtet bleibt der Vorgang Edison's sehr beachtenswerth, da er möglicherweise den Schlüssel zu künftiger bedeutender Fortentwickelung der Telephonie bildet.

Wenn aber hiernach die telephonischen Instrumente auch der

weiteren Ausbildung innerhalb weiter Grenzen unterliegen, so werden die Leitungen doch immer den Anwendungskreis derselben ziemlich eng begrenzen. Auch wenn man, wie schon früher als nothwendig nachgewiesen ist, für Telephonleitungen besondere Gestänge verwendet, an denen sich keine Telegraphenleitungen befinden, und überall Doppelleitungen für die Telephone verwendet, so würde sich doch auch die Telephonkorrespondenz auf mehreren, an denselben Stangen befestigten Leitungen bei zunehmender Länge der Leitungen bald gegenseitig stören, sowohl dadurch, dass durch unvollkommene Isolation Zweigströme auf die benachbarten Leitungen übergehen, als auch dadurch, dass durch elektrodynamische und elektrostatische Induktion sekundäre Ströme in denselben hervorgerufen werden, welche verwirrende Laute erzeugen. Die elektrodynamische Induktion ist bei telegraphischen Leitungen in der Regel ganz zu vernachlässigen, da sie mit der Länge der Leitungen nicht zunimmt, wenn vom Widerstande der Umwindungsdrähte abgesehen wird, und da die Dauer der elektrodynamisch inducirten Ströme zu kurz ist, um die telegraphischen Instrumente beeinflussen zu können. Bei telephonischen Apparaten bringen die kurzen, durch Voltainduktion erzeugten Ströme aber schon sehr vernehmbare Laute hervor, wenn die Leitungen auch nur auf kurze Strecken neben einander herlaufen.

Die sekundäre elektrostatische Induktion, welche mit den Quadraten der Länge der Leitung wächst, wird ferner auch bei längeren oberirdischen Leitungen bald eine Grenze der Anwendbarkeit des Telephons, selbst dann, wenn nur telephonische Leitungen an denselben Stangen befestigt sind, herbeiführen.

Viel günstiger gestaltet sich in dieser Hinsicht das Verhältniss für das Telephon bei Anwendung unterirdischer oder unterseeischer Leitungen. Bevor ich erkannt hatte, dass die Stärke der Ströme, welche noch befähigt sind, das Telephon zur Hervorbringung deutlich verständlicher Sprachlaute zu erregen, so ausserordentlich klein ist, bezweifelte ich die Anwendbarkeit der unterirdischen Leitungen auf grössere Entfernungen wegen der grossen Schwächung, welche die durch schnellwechselnde elektromotorische Kräfte in den Leitungen hervorgerufenen Stromwellen mit der Länge der Leitung erleiden. Die Versuche, welche der Generalpostmeister Dr. Stephan, dem das deutsche Reich die Wiedereinführung der seit einem Vierteljahrhundert fast in Vergessenheit gekommenen unterirdischen Leitungen verdankt, mit Bell'schen Telephonen anstellen liess, gaben aber das überraschende Resultat, dass man mit denselben auf Entfernungen von ca. 60 km noch vollkommen deutlich und verständlich sprechen kann. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass man mit Telephonen verstärkter Wirkung auch noch auf die doppelte oder selbst dreifache Entfernung eine gute Verständigung erzielen wird. Dies dürfte allerdings die Entfernungsgrenze

sein, innerhalb deren telephonische Korrespondenz überhaupt praktisch verwendbar ist.

Leider sind auch bei unterirdischen Leitungen Störungen durch Rückströme aus der Erde, sowie durch elektrodynamische und elektrostatische Induktion nicht ausgeschlossen. Die ersteren liessen sich, wie bei den oberirdischen Leitungen, durch Anwendung ganz metallischer Leitungskreise, unter Ausschluss der Erde als Rückleiter, ziemlich vollständig beseitigen. Dasselbe gilt in dem Falle auch von den Störungen durch Induktion, wenn man die beiden, einen Telephonkreis bildenden isolirten Leiter zu einem besonderen, mit Eisendrähten umhüllten Kabel vereinigt. Wenn man dagegen, wie gewöhnlich der Kostenersparung wegen der Fall ist, eine grössere Zahl von isolirten Leitern zu einem Kabel vereinigt, so treten Volta- wie statische Induktion, des geringen Abstandes wegen, in verstärktem Maasse auf und wirken sehr störend auf die telephonische Korrespondenz ein. Diese sekundäre elektrostatische Induktion tritt auch bei langen Kabelleitungen für telegraphische Korrespondenz, bei welcher sehr empfindliche Apparate zur Verwendung kommen müssen, schon störend auf. Ich habe daher vorgeschlagen, zu ihrer Beseitigung die einzelnen, zu einem mehrdrähtigen Kabel vereinigten Leitungen mit einer leitenden metallischen Hülle, die mit der äusseren Eisenbespinnung bez. dem Erdboden in leitender Verbindung steht, zu versehen. Schon eine Umhüllung der einzelnen isolirten Leitungen mit einer dünnen Stanniolschicht beseitigt die sekundäre elektrostatische Induktion vollständig. Man kann sich hiervon leicht durch das Experiment überzeugen, wenn man zwei auf beiden Seiten mit Stanniol beklebte Glimmer- oder dünne Guttapercha-Platten auf einander legt. Isolirt man die inneren Belegungen und prüft die Ladung zwischen den äusseren Belegungen durch den Ausschlag eines Galvanometers, indem man den freien Pol einer abgeleiteten Batterie mit der einen äusseren Belegung verbindet, während man die zweite durch den Galvanometerdraht mit der Erde verbindet, oder in ähnlicher Weise mit Hülfe der Wippe, so erhält man eine ebenso grosse Ladung, als wenn die mittleren Belegungen ganz fehlten. Verbindet man die letzteren dagegen mit der Erde, so erhält man keine Spur von sekundärer Ladung in der mit dem Galvanometer verbundenen Stanniolbelegung.

Dasselbe negative Resultat erhält man, wenn man die einzelnen isolirten Leiter eines aus mehreren Leitern bestehenden Kabels der ganzen Länge nach dicht mit Stanniol oder dünnen Blechstreifen aus einem beliebigen Metall umwickelt hat. Die metallische, wenn auch sehr dünne, leitende Hülle verhindert vollständig jede sekundäre elektrostatische Induktion oder Ladung eines Leiters durch die Ladung eines anderen. Dagegen wird die elektrodynamische Induktion der

Drähte auf einander dadurch nicht aufgehoben, wie Foucault behauptete.[1])

Man kann sich hiervon ebenfalls leicht durch einen einfachen Versuch überzeugen.

Wenn man zwei mit Guttapercha oder Kautschuk isolirte Drähte zusammen auf eine Rolle aufwickelt, so sind in dem einen Drahte kräftige Ladungs-, sowie Volta-Induktionsströme zu beobachten, wenn durch den anderen eine galvanische Kette abwechselnd geschlossen und geöffnet wird. Stellt man die Rolle nun in ein Gefäss und füllt dasselbe nach und nach mit Wasser, so vermindern sich die Ladungsströme im ersteren Drahte und hören ganz auf, wenn das Wasser die Zwischenräume zwischen den Drähten vollständig ausgefüllt hat, wogegen die elektrodynamisch inducirten Ströme sogar etwas stärker werden.

Für Telegraphenleitungen sind diese elektrodynamisch inducirten Ströme, wie schon hervorgehoben, ohne Bedeutung, da sie mit der Länge der Leitung nicht zunehmen; das so äusserst empfindliche Telephon wird jedoch durch dieselben noch erregt, wenn die inducirenden Ströme nicht ausserordentlich schwach sind. Man wird daher für Telephone auch besondere Kabelleitungen anlegen müssen, so wie sie besonderer Gestänge bei oberirdischer Drahtführung bedürfen.

Wie sich aus dem Obigen ergiebt, ist das Telephon noch wesentlicher Verbesserung fähig. Es werden zuverlässig in kurzer Zeit Telephone hergestellt werden, welche die Sprache, sowie musikalische Töne unvergleichlich lauter, deutlicher und reiner auf mässige Entfernungen hin übertragen, als es durch das Bell'sche Telephon bisher geschieht.

Das Telephon wird dann für den Verkehr in Städten und zwischen benachbarten Ortschaften grosse Dienste leisten, die weit über das hinausgehen, was der Telegraph für kurze Entfernungen zu leisten vermag. Das Telephon ist ein elektrisches Sprachrohr, welches ebenso wie dieses von Jedermann gehandhabt werden und die persönliche Besprechung vollständig ersetzen kann. Aber, wie es auf ganz kurze Entfernungen das Sprachrohr nie verdrängen wird, ebenso wenig wird es je für grössere Entfernungen den Telegraphen ersetzen können. Doch auch in dem so beschränkten Kreise seiner Anwendbarkeit wird es bald zu den wichtigsten Trägern moderner Kultur gezählt werden, wenn nicht äussere Hindernisse seiner Entwickelung und Anwendung entgegentreten.

[1]) Foucault nahm am 2. Juli 1869 in England ein Patent auf Umhüllung der einzelnen Leiter mit Stanniol oder anderen leitenden Körpern mit dem ausgesprochenen Zwecke, die elektrodynamische Induktion durch die in der Zinnhülle entstehenden Gegenströme zu kompensiren.

Ueber die elektrische Eisenbahn der Berliner Gewerbeausstellung.

(Vortrag im Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses am 9. Juni 1879.)

1879.

Meine Herren! Wenn Sie es wünschen, bin ich umsomehr dazu bereit, über die elektrische Eisenbahn zu sprechen, als ich gehört habe, dass die Konstruktion vielfach falsch aufgefasst wird. Es ist diese Eisenbahn nichts als ein Beispiel der Kraftübertragung, wie sie auch an einer anderen Stelle der Ausstellung dargestellt ist, wo eine dynamo-elektrische Maschine eine andere treibt, die ihrerseits einen Webstuhl in Bewegung setzt, dessen grosse Schützen sehr gut arbeiten. Hierbei ist ein Regulator angebracht, der sehr präcise wirkt. Dasselbe Princip der Kraftübertragung durch dynamo-elektrische Maschinen ist nun bei der Eisenbahn auf die Bewegung von Wagen angewendet worden. Die erste Veranlassung zu der Einrichtung gab eine Anfrage des Baumeisters Westphal aus Cottbus über die Möglichkeit, die Kraft dort verbrannter Kohlen nach Berlin zu transportiren. Der Betreffende hatte nämlich eine Bemerkung meines Bruders Wilhelm in London über die Möglichkeit des Transports der Kraft des Niagarafalles gelesen und wollte dies hier in die Praxis übertragen. Ging dies auch nicht an, so sind wir doch der Sache näher getreten, um zu sehen, wie weit sich die elektrische Krafttransmission zum Transportiren auf Schienenbahnen benutzen lasse. Der Versuch, den wir machten, ist recht gut ausgefallen. Die Einrichtung, wie sie Ihnen in der Ausstellung entgegentritt, ist folgende: Es ist eine kleine schmalspurige Bahn, bei der die Schienen in einer Kurve in sich zurückgehen, angelegt. In der Mitte derselben befindet sich eine dritte Schiene, ein aufrecht stehendes Flacheisen. Die Lokomotive trägt zwei Rollen, durch welche sie mit der letzteren in Verbindung steht — ob Rollen oder Bürsten besser sind, muss noch ausprobirt werden. Eine dynamo-elektrische Maschine steht in der Maschinenhalle und eine gleiche

bildet die Lokomotive. Die Maschine in der Maschinenhalle wird durch die Dampfmaschine gedreht. Einer ihrer Pole steht in Verbindung mit der inneren Schiene, während der andere Pol mit den äusseren Schienen verbunden wird. Infolge dessen entsteht eine elektrische Differenz zwischen der mittleren und den äusseren Schienen, und die dynamo-elektrische Maschine der Lokomotive, welche jetzt als elektro-magnetische, arbeitende Maschine auftritt, leitet durch ihre Umwindungsdrähte den elektrischen Strom von der inneren zu den äusseren Schienen, wobei die Räder der Lokomotive den Kontakt mit den äusseren Schienen bilden. Wo also auch die Maschine sich auf der Bahn befindet, wird sie von dem elektrischen Strome der dynamo-elektrischen Maschine in der Maschinenhalle durchlaufen und setzt dabei ihren Lauf so lange fort, bis dieser Strom unterbrochen wird. Wir müssen hier im Auge behalten, dass es eben dynamo-elektrische Maschinen sind, die sich ihre Magnete selber bilden. Ich wählte diesen Namen, als ich das Princip der dynamo-elektrischen Maschinen der Berliner Akademie der Wissenschaften im Januar 1867 zuerst mittheilte, in Analogie mit den gebräuchlichen Bezeichnungen „elektro-magnetische“ und „magneto-elektrische“ Maschinen, von denen erstere durch vorhandenen Strom Magnetismus, letztere durch vorhandenen Magnetismus Strom erzeugen, während bei dynamo-elektrischen Maschinen Arbeitskraft direkt in Strom verwandelt wird. Der kleine Rückstand von Magnetismus, der in dem Eisen der Elektromagnete stets zurückbleibt, genügt bei diesen Maschinen, um einen ganz schwachen Strom im bewegten Theile der Maschine zu erzeugen, dieser verstärkt den Magnetismus der feststehenden Magnete, wodurch wiederum stärkerer Strom erzeugt wird, und so arbeitet sich der Magnetismus durch die verwendete Kraft selbstthätig in die Höhe, bis die Ströme so stark werden, als es eben die Drähte ertragen können, ohne zu sehr erhitzt zu werden. Wird nun in einem solchen aktiven dynamo-elektrischen Kreise irgendwo die Leitung unterbrochen, so hört der elektrische Strom und damit auch der Magnetismus der primären Maschine auf. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass mangelhafte Isolation der Schienen nicht sehr schädlich ist. Ist die Lokomotive im Gange, so bilden ihre Leitungsdrähte eine viel bessere Leitung, wie die feuchte Erde, und ist die Leitung unterbrochen, so genügt diese Nebenleitung nicht, die dynamo-elektrische Wirkung im Gange zu erhalten, der Magnetismus verschwindet daher und zugleich der Nebenstrom. Die Kraftübertragung und damit auch die Geschwindigkeit lassen sich innerhalb weiter Grenzen steigern. Die ganze Sache ist aber noch zu neu, um schon jetzt bestimmte Angaben über die Grenzen des praktisch Erreichbaren machen zu können.

Wir haben 30, 40 bis 60 Procent Kraftübertragung erzielt, doch

können wir definitive Zahlen erst nach längerer Praxis angeben. Wie weit sich der Arbeitsverlust bei der elektrischen Kraftübertragung wird vermindern lassen, lässt sich noch nicht beurtheilen. Vorläufig wird man sich mit 30 bis 40 Procent effektiver Arbeitsleistung begnügen müssen. Einen grossen Vorzug hat die elektrische Kraftübertragung dadurch, dass sie die Lösung eines noch ungelösten mechanischen Problems von selber bringt. Es ist dies eine Konstruktion, welche bewirkt, dass Maschinen sowohl bei langsamer wie bei schneller Bewegung immer mit voller Kraft arbeiten. Hätten wir dies Problem rein mechanisch praktisch gelöst, so würden wir auch weiter in der Konstruktion der Strassenlokomotiven sein. Bei der dynamo-elektrischen Kraftübertragung ist es eben anders. Wenn die kraftgebende oder sekundäre Maschine grosse Arbeit zu leisten hat, mithin langsam geht, so sind die von ihr erzeugten Gegenströme entsprechend schwach und es verstärkt sich dadurch in gleichem Maasse der Strom durch die Leitung. Dadurch wird der Elektromagnetismus und ihm entsprechend die Zugkraft der Maschine vergrössert. Die dynamo-elektrische Lokomotive hat ferner den Vortheil, dass sie gleich in sich selbst die Kraft zum Bremsen trägt, indem sie als primäre oder stromerzeugende Maschine auftritt, wenn sie schneller wie diese umgedreht wird, mithin diese und mit ihr die arbeitende Dampfmaschine umgekehrt zu drehen sucht.

Ich meine, es wird schon jetzt viele Fälle geben, wo elektrische Kraftübertragung, sowie auch elektrische Lokomotiven praktisch mit Vortheil verwendbar sind. Die Maschine der Ausstellung ist ursprünglich nicht dazu gemacht, um die 3 eleganten kleinen Personenwagen mit 18 bis 24 Personen in 1 bis 2 Minuten über die gegen 300 m lange Kreisbahn zu befördern, sondern um aus dem Kohlenstollen des Herrn Westphal Kohlen zu Tage zu fördern! Man muss daher auch ihre Leistungen als Schnellzuglokomotive für das Ausstellungspublikum mit Nachsicht beurtheilen! Die Frage der Ausdehnung, welche der Anwendung der dynamo-elektrischen Maschine möglicherweise zu geben ist, ist bisher schwer zu entscheiden. Sie hängt einmal vom Leitungswiderstande der Schienen und zweitens von der Möglichkeit ab, dieselben hinreichend zu isoliren. Das erste Erforderniss, geringer Leitungswiderstand der Schienen, lässt sich bei längeren Bahnen zum Theil dadurch erreichen, dass man von Zeit zu Zeit neue primäre Dynamomaschinen aufstellt, welche die elektrische Spannungs-Differenz zwischen der inneren und den äusseren Schienen aufrecht erhalten. Das zweite wird sich für längere Bahnen kaum auf anderem Wege erfüllen lassen, als durch Konstruktion hängender Eisenbahnen. Im ersten Erfindungseifer nach Auffindung des dynamo-elektrischen Princips und der dadurch gegebenen Möglichkeit, beliebig starke Ströme billig zu erzeugen, träumte ich schon von einem Netze hängender

elektrischer Eisenbahnen über den Strassen Berlins, dessen niedriger Wasserstand leider kein unterirdisches Eisenbahnnetz gestattet, und gab dem auch in einer Mittheilung an dieser Stelle Ausdruck. Es war aber ein langer Weg technischer Fortschritte bis zum jetzigen Standpunkte erst zurückzulegen und es wird auch noch ferner viel Wasser durch die Spree fliessen, bevor mein Traum auch nur in beschränktem Maassstabe zur Ausführung kommen kann.

Die elektrische Beleuchtung der Kaisergalerie.

(National-Zeitung, Juni 1879.)

1879.

Die hiesige Telegraphenbauanstalt von Siemens & Halske, deren an neuen, wichtigen Erfindungen so reiche Ausstellung eine Zierde der Berliner Gewerbe-Ausstellung bildet, hat bekanntlich auch im elektrischen Beleuchtungswesen stets die bahnbrechende Spitze behauptet. Es hat zwar schon lange elektrisches Licht, hervorgebracht durch galvanische Batterien, gegeben, und der Alliance-Compagnie in Paris war es auch schon früher gelungen, elektrisches Licht durch Maschinen zu erzeugen und sogar Leuchtthürme mit solchem, durch mechanische Arbeitskraft erzeugtem Lichte zu betreiben, doch diese Methoden der Erzeugung des elektrischen Lichtes waren ihrer Kostspieligkeit wegen nicht geeignet, der elektrischen Beleuchtung eine grössere Bedeutung und ausgedehntere Verwendung zu geben. Ein weiterer Fortschritt in der Erzeugung elektrischen Lichtes wurde im Jahre 1866 durch den Engländer Wilde gemacht. Derselbe benutzte die von Siemens und Halske durch Einführung der „Cylinder"-Magnete (Siemens armature) verbesserte magnetelektrische Maschine, um grosse Elektromagnete zu magnetisiren, die bei einer zweiten, sonst in gleicher Weise konstruirten Maschine die Stelle der Stahlmagnete vertraten. Da die Elektromagnete viel kräftiger sind wie Stahlmagnete, und ihren Magnetismus nicht wie diese verlieren, so gelang es ihm mit Hülfe dieser Kombination, elektrische Ströme von bis dahin unbekannter Stärke zu erzeugen.

Es blieben aber immer die unsicheren Stahlmagnete als eigentliche Erzeuger des elektrischen Stromes, und es fehlte daher immer noch die sichere Grundlage für seine mechanische Entwickelung. Diese wurde gegeben durch die Entdeckung des Princips der dynamo-elektrischen Maschinen durch Dr. Werner Siemens. Dieses zuerst in der Sitzung der Berliner Akademie der Wissenschaften am 17. Januar 1867 publicirte Princip besteht in der gegenseitigen Verstärkung des magnetisirenden und des von den Elektromagneten erzeugten Stromes in der-

selben Maschine durch die verwendete Arbeitskraft. Es genügt bei solchen dynamo-elektrischen Maschinen der geringe Rückstand von Magnetismus, der in jedem Elektromagnete zurückbleibt, um nach wenigen Umdrehungen der Maschine in den Umwindungsdrähten der Elektromagnete so starke Ströme zu erzeugen, wie dieselben fortleiten können, ohne glühend zu werden. Hiermit war nun die Möglichkeit gegeben, Arbeitskraft direkt, ohne Vermittelung von schwachen und unsicheren Stahlmagneten, in elektrischen Strom und umgekehrt elektrischen Strom in Arbeitskraft umzuwandeln. Es eröffnete sich damit der Technik eine ganz neue Bahn, deren volle Bedeutung sich erst im Laufe der Zeit übersehen lassen wird. Von den Anwendungen der dynamo-elektrischen Maschinen zur Kraftübertragung, zur Kupferraffinerie etc., wie sie auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung von Siemens & Halske zu sehen, wird bei anderer Gelegenheit gesprochen werden. Es soll hier nur die weitere Entwickelung des elektrischen Beleuchtungswesens besprochen werden, deren „letztes Wort" in der von Siemens & Halske als Annex der Berliner Gewerbe-Ausstellung eingerichteten Beleuchtung der Kaisergalerie, die heute eröffnet ist, uns vorliegt. Die Siemens & Halske'schen und die auf sie begründeten Wilde'schen Maschinen mit der „Siemens armature" litten an dem Uebelstande, dass die Elektromagnete sich durch den schnellen Wechsel des Magnetismus stark erhitzten und dass die erzeugten Ströme schnell wechselnder Richtung erst durch einen „Kommutator" in einfache oder gleichgerichtete Ströme umgewandelt werden mussten.

Das Problem, auf direktem Wege durch magnet-elektrische oder dynamo-elektrische Maschinen gleichgerichtete Ströme zu erzeugen, ist, wie es scheint, ganz unabhängig, von verschiedenen Seiten gelöst. Zuerst ist dies in einer für telegraphische Zwecke bestimmten Stromerzeugungsmaschine geschehen, welche in der Pariser Ausstellung vom Jahre 1855 von Siemens & Halske und später in der historischen Ausstellung in Wien ausgestellt war, und die sich gegenwärtig im hiesigen Postmuseum befindet. In ähnlicher Weise hat Professor Pacinotti in Florenz im Jahre 1863 eine magnet-elektrische Maschine konstruirt, welche direkt gleichgerichteten Strom erzeugte. Bald nachher hat Gramme in Paris eine solche Pacinotti'sche Maschine in grösserem Maassstabe gebaut, bei welcher er später, nach Bekanntwerdung des dynamo-elektrischen Principes, die Stahlmagnete durch Elektromagnete ersetzte und dadurch eine für praktische Beleuchtungszwecke durchaus geeignete Maschine herstellte. Durch von Hefner-Alteneck wurde die Lösung des Problems in einer vollkommneren Art bewirkt, die sich von der Pacinotti'schen und Gramme'schen wesentlich dadurch unterscheidet, dass der stromerzeugende Theil der Maschinen nicht ein umwickelter Eisenring, sondern ein transversal umwickelter Eisencylinder ist, wodurch der Effekt derselben wesentlich erhöht wird.

Durch diese dynamo-elektrischen Maschinen mit konstantem Strom Pacinotti-Gramme'scher und von Hefner'scher Konstruktion war das Problem der Stromerzeugung durch Arbeitskraft in sehr vollständiger Art gelöst, und hierauf basirte Beleuchtungseinrichtungen sind schon ziemlich weit verbreitet. Die Schwierigkeiten, die sich der Einführung der elektrischen Beleuchtung in grösserem Umfange noch entgegenstellten, bestanden aber darin, dass jede Maschine nur ein Licht — freilich von grosser Lichtstärke — hervorbringen konnte. Eine Vertheilung des elektrischen Lichtbogens in mehrere kleinere war mit Hülfe der bisher bekannten Regulatoren oder Lampen gar nicht oder doch nur in sehr unsicherer Weise ausführbar. Einen ersten wesentlichen Fortschritt in dieser Richtung machte Herr Jablochkoff aus Russland durch die von ihm erfundene elektrische Kerze. Es können von diesen Kerzen, die aus zwei parallel nebeneinander stehenden dünnen Kohlenstäben mit einer trennenden Zwischenlage von Gyps bestehen, 4 bis 5 in denselben Leitungskreis eingeschaltet werden, wenn man Ströme wechselnder Richtung (Wechselströme) in Anwendung bringt. Anfänglich konnten als stromerzeugende Maschinen nur die schon erwähnten magnetelektrischen Maschinen der Alliance-Compagnie verwendet werden, doch gelang es bald, sowohl Gramme wie Siemens & Halske, Wechselstrommaschinen mit Elektromagneten anstatt Stahlmagneten und dynamoelektrischer Stromerzeugung herzustellen, mit Hülfe deren die elektrische Beleuchtung durch Jablochkoff'sche Kerzen bereits eine bedeutende Verwendung gefunden hat.

Die Siemens & Halske'sche nach einem neuen, in allen Ländern patentirten Principe von Herrn v. Hefner-Alteneck, dem langjährigen Chef des Konstruktionsbureaus der genannten Firma, entworfene Wechselstrommaschine, welche auch zur Beleuchtung der Passage verwendet ist, zeichnet sich vor der Grammeschen durch geringeren Kraftbedarf und geringere eigene Erhitzung aus und führt den Konkurrenzkampf mit der französischen Maschine in allen Ländern und selbst in Frankreich mit grossem Erfolge.

Doch auch die Kerzen leiden an wesentlichen Mängeln, die der allgemeinen Einführung der elektrischen Beleuchtung noch hinderlich sind. Namentlich ist es bei Anwendung derselben störend, dass alle Kerzen erlöschen, wenn eine der in demselben Leitungsdraht befindlichen ausgeht oder wenn die Geschwindigkeit der treibenden Maschine nur wenig variirt, und dass dann dieselben sich nicht von selbst wieder anzünden. Auch ist das Kerzenlicht nicht so ruhig, wie es namentlich bei Beleuchtung von Arbeitsräumen oder Lesezimmern erforderlich ist.

Die heute eröffnete elektrische Beleuchtung der Kaisergalerie führt nun dem Publikum zuerst einen weiteren Fortschritt im elektrischen Beleuchtungswesen vor. Es ist Siemens & Halske neuerdings gelungen, auch das allseitig angestrebte Problem der Theilung des elektrischen Lichtbogens bei Anwendung von selbstthätigen Regulatoren zu lösen.

Es geschieht dies im Wesentlichen dadurch, dass nicht nur, wie bei den bisherigen elektrischen Lampen, die im gesammten Leitungskreise thätige Stromstärke den Abstand der Kohlenstäbe regulirt, sondern dass durch eine angebrachte Nebenschliessung der Leitungswiderstand jedes einzelnen Lichtbogens sich selbstthätig korrigirt. Dies Princip der Anwendung von Nebenschliessungen des Lichtbogens zur Regulirung ist schon bei früheren Lampenkonstruktionen der Firma in Anwendung gekommen und in vielen Ländern patentirt worden, und es war eine damit versehene Lampe von denselben schon auf der Wiener Ausstellung ausgestellt, doch gelang es erst in neuester Zeit Herrn von Hefner-Alteneck, durch Einführung einer sehr sinnreichen Differentialeinwirkung des elektrischen Stromes sehr einfache und vollkommen sicher funktionirende Lampen zu konstruiren, welche das Problem vollständig lösen. Mit Hülfe dieser Differentiallampen lassen sich zwar theoretisch beliebig viele Lampen in einen Leitungskreis bringen, doch ist damit noch keine unbegrenzte Theilung des Lichtbogens zu erzielen, da die elektromotorische Kraft der Maschine dann eine für ihre Erhaltung gefährliche Grösse erhalten müsste. Eine zu weit gehende Theilung hat noch den Nachtheil, dass die gesammte Lichtstärke sich mit der fortgesetzten Theilung in hohem Maasse vermindert. Man wird sich daher wohl damit begnügen müssen, höchstens doppelt so viele Lampen, wie Jablochkoff'sche Kerzen in einen Leitungskreis einer Wechselstrommaschine einzusetzen. Vor diesen Kerzen haben die Differentiallampen aber den grossen Vortheil, dass ein Erlöschen einzelner Lampen des Kreises nicht eintreten kann, wenn nicht ein absoluter Stillstand der Maschine oder ein Bruch der Leitung auftritt und dass die Lampen selbstthätig ihr Licht wieder anzünden, wenn durch solche äussere Ursachen ein Erlöschen eingetreten sein sollte. Auch kann man vorübergehend die eine oder andere Lampe verlöschen lassen, ohne die übrigen Lichter im gleichen Stromkreise zu schädigen. Die Lampenbeleuchtung hat daneben noch den weiteren Vorzug vor der Kerzenbeleuchtung, dass die Kosten der Kohlenstäbe geringer sind, wie die der Kerzen, so dass die Betriebskosten einer elektrischen Beleuchtung unter Umständen bedeutend geringer sein werden, wie die einer Gasbeleuchtung. Um Missverständnisse zu vermeiden, mag noch schliesslich hervorgehoben werden, dass hier nur von Theilung des elektrischen L i c h t b o g e n s die Rede gewesen ist, die bisher nicht mit Sicherheit auszuführen war. Durch die neuerdings von Reynier in Paris, Markus in Wien, Edison in Amerika und Anderen angestrebte elektrische Beleuchtung durch glühende Kohlenstücke, Platinadrähte etc., lässt sich ohne Schwierigkeit zwar eine fast beliebige Vertheilung des erzeugten Lichtes herbeiführen, doch geben solche Glühlichter verhältnissmässig wenig Licht und werden eigentlich nur mit Unrecht elektrisches L i c h t im bisherigen Sinne des Wortes genannt.

Die Elektricität im Dienste des Lebens.

(Vortrag in der physikalischen Section der Naturforscherversammlung zu Baden-Baden.)

1879.

Meine Herren! Es mag befremden, dass ich in dieser wissenschaftlichen Bestrebungen gewidmeten Versammlung über ein Thema zu sprechen übernehme, welches nach seinem Titel: „Die Elektricität im Dienste des Lebens“, mehr technischer als wissenschaftlicher Natur zu sein scheint. Nun, meine Herren, ich habe es schon vor Jahren an einem anderen Orte, der, wie mir mein lieber Jugendfreund du Bois-Reymond mich berichtigend erwiderte, „allein dem Fortbau der wissenschaftlichen Erkenntniss um ihrer selbst willen bestimmt ist“, in meiner Antrittsrede ausgesprochen: dass der höhere und wahre Beruf der Wissenschaft der ist, „den Schatz des Wissens und Könnens der ganzen Menschheit zu erhöhen und dieselbe dadurch einer höheren Kulturstufe zuzuführen“. Es geziemt sich daher auch wohl für eine wissenschaftliche Versammlung, von Zeit zu Zeit Umschau zu halten im Leben und sich der Resultate zu erfreuen, welche wissenschaftliche Forschung im Bunde mit praktisch schaffender Thätigkeit in diesem Sinne errungen hat! Dabei möchte ich aber nicht dahin missverstanden werden, als wollte ich den Werth wissenschaftlicher Forschung überhaupt mit dem Maasse des praktischen Nutzens messen. Jeder neue Gedanke, jede neu erkannte Thatsache, jede bessere Erkenntniss ist eine Vermehrung des grossen, einzig werthvollen Schatzes der Menschheit, ihres Wissensschatzes, und diesen zu bereichern, ohne jede Rücksicht auf etwaigen direkten Nutzen oder damit verknüpften Gewinn, ist namentlich immer ein Ruhmestitel der deutschen Wissenschaft gewesen und wird es hoffentlich auch ferner bleiben! Ob eine ganz unscheinbare Vermehrung unserer Kenntniss nicht früher oder später einmal eine grosse Bedeutung erhält, ist nie vorauszusehen. Wer konnte seiner Zeit eine Ahnung davon haben, dass die so unscheinbare Beobachtung Galvani's, dass ein Froschschenkel unter gewissen Umständen bei der Berührung mit einem

eisernen Gitter zuckte, der Ausgangspunkt für die Entdeckung einer mächtigen Naturkraft sein würde, die nach kurzer Zeit gewaltsam umgestaltend in das Leben der Menschheit eingreifen und die Grenzen ihrer Macht und ihrer Herrschaft über die Kräfte der Natur in noch gar nicht übersehbarer Weise hinausrücken würde! Unsere Väter waren zum Theil noch Zeitgenossen Galvani's und Volta's, haben also noch an der Wiege des Galvanismus gestanden, und heute schon giebt es kaum ein grösseres Gebiet des Lebens, in welches der elektrische Strom nicht umgestaltend oder wenigstens helfend und belebend eingriffe!

Ich will Sie weder mit der Beschreibung aller Anwendungen des elektrischen Stromes zu praktischen Zwecken ermüden, noch Ihnen eine Geschichte dieser Anwendungen vorführen; aber ein kurzer Hinweis auf die Vielseitigkeit derselben, sowie auf die in den verschiedenen Perioden der Entwickelung angestrebten und erreichten Ziele wird am Platze sein, da man das, was man lange Zeit immer vor Augen hat, leicht als selbstverständlich betrachtet und sich kaum noch der Zeiten erinnert, wo es fehlte. Wer findet es heute noch überraschend, dass der Telegraph ihm in wenigen Minuten oder doch Stunden ersehnte Nachricht von weit entfernten Freunden bringt, dass er täglich in den Zeitungen eine Zusammenstellung aller am gleichen oder vorhergegangenen Tage vorgekommenen wichtigen Ereignisse aus allen Ländern der Erde findet? Wem scheint es noch auffallend, dass der elektrische Strom die Metalle aus ihren Lösungen in fester Form niederschlägt? Und doch erinnern sich die Aelteren unter Ihnen wohl noch ihres ehrfurchtsvollen Anstaunens des geheimnissvollen Waltens der Naturkräfte, als sie zum ersten Mal einer telegraphischen Korrespondenz mit einem entfernten Orte beiwohnten, oder als sie zum ersten Mal beobachteten, wie sich in der Vergoldungszelle vor ihren Augen ein gemeines Metall in wenigen Augenblicken mit einer festen Hülle glänzenden Goldes bedeckte! Unsere Jugend betrachtet Telegraphie und Galvanoplastik wie Dampfmaschine und Eisenbahn schon als so selbstverständliche Dinge, wie unsere ältere Generation, welche alle diese Wunderdinge hat mitentstehen sehen oder selbstthätig bei ihrer Erschaffung mitgewirkt hat, in ihrer Jugendzeit etwa das Schiesspulver und die Buchdruckerkunst! Man könnte sich wirklich versucht fühlen, die Jugend zu bedauern, dass es ihr nicht vergönnt war, diesen schöpferischen Entwickelungsprocess mitzuerleben — wenn man sie nicht vielmehr darum beneiden müsste, dass sie Aussicht hat, die Wunder der Zukunft mitzuerschaffen, die aus der Saat erspriessen müssen, die wir gelegt haben!

Schon bald nachdem Volta die Grundlage unserer heutigen Kenntniss des elektrischen Stromes aufgedeckt und durch die Konstruktion der nach ihm benannten Volta'schen Säule das Mittel gefunden hatte, einen andauernden elektrischen Strom herzustellen, begannen erfindungs-

reiche Köpfe auch über die Nutzbarkeit dieser neuen, wunderbaren Kraft zu grübeln. Schon 1808 schlug Dr. Sömmering vor, sie zur Telegraphie zu benutzen, und stellte auch ein Modell her, welches den Zweck zu erfüllen im Stande war. Um seinen Plan ins Leben einzuführen, bedurfte es freilich noch langer Jahre ernster Gelehrtenarbeit. Erst nachdem neben den physiologischen, chemischen und thermischen Wirkungen des Stromes auch noch die Fernwirkungen desselben durch Oersted entdeckt und ihre Gesetze durch Männer wie Ampère, Schweigger, Arago, Faraday, Gauss und Weber, Wheatstone, Lenz und Jacobi, Poggendorf, Dove und viele Andere näher ergründet waren, konnte der kühne Plan Sömmering's in Erfüllung gehen. Aber obschon die Telegraphen, welche Gauss und Weber in Göttingen, Steinheil bei München Anfangs der dreissiger Jahre wirklich herstellten, gut arbeiteten, verging doch noch ein Decennium, bis der praktische Sinn der Amerikaner und der Engländer die Telegraphie thatsächlich in's Leben rief. Von dieser Zeit an, seit etwa 30 Jahren, beginnt nun die Telegraphie ihre schnelle Entwickelung bis zu ihrer jetzigen hohen Bedeutung im Kulturleben der Menschen. Alle Völker nehmen an diesem Wettlaufe Theil und unser deutsches Vaterland mit in erster Linie. Welch ein unentbehrliches Verkehrsmittel die Telegraphie bereits geworden ist, zeigt sich am besten, wenn durch heftige Stürme oder durch ein anderes ausserordentliches Ereigniss einmal eine dauernde Störung des Telegraphenbetriebes irgendwo eintritt. Es wird dies als eine kaum erträgliche Kalamität empfunden, und unzählige Interessen leiden darunter schwer. Aber dennoch bürgt der bisherige Entwickelungsgang dafür, dass wir erst im Beginne der telegraphischen Aera stehen. Ist doch erst in der allerneuesten Zeit das Telephon erfunden worden, welches dem Telegraphen, der bis dahin schon anzeigte, schrieb, druckte und zeichnete, auch noch die Fähigkeit gegeben hat, die menschliche Sprache direkt zu übertragen! Doch nicht auf die Mittheilung von Nachrichten allein beschränkt sich die Telegraphie im weiteren Sinne. Die durch den elektrischen Strom gegebene Möglichkeit, ohne merklichen Zeitverlust an entfernten Orten eine mechanische Wirkung auszuüben, hat ihm eine grosse Zahl anderweitiger Dienstleistungen auferlegt. Der Eisenbahntelegraph regelt den Gang der Züge, elektrische Signaleinrichtungen aller Art sichern diese und das Publikum gegen Gefahren. Die Blockirungsapparate vergrössern die Leistungsfähigkeit der Bahnen, die Stationsblockapparate geleiten die Züge gefahrlos durch das Wirrsal von Geleisen und Weichen der Bahnhöfe, indem sie Entgleisungen oder Zusammenstösse, die durch Irrthümer oder Fahrlässigkeit hervorgerufen werden könnten, verhüten. Die elektrische Klingel verdrängt mehr und mehr die unbequeme und unsichere mechanische sowohl in den Wohnhäusern, als in Fabriken und Bergwerken. Der Feuertelegraph meldet das be-

ginnende, noch leicht zu löschende Feuer, und telegraphisch wird ein versuchter Einbruch selbstthätig angezeigt. Der Militärtelegraph leitet die Bewegung und die Verpflegung des Heeres, der Vorpostentelegraph bringt sogar dessen äusserste Fühlhörner, die Vorposten, in steten direkten Verkehr mit der Führung. Der elektrische Distanzmesser verkündet den Batterien die Entfernung und Stellung des feindlichen Schiffes und zeigt den Augenblick an, in welchem der Verderben bringende Torpedo elektrisch zu zünden ist. Der elektrische Strom misst die Geschwindigkeit des Geschosses in der Luft und die Zunahme seiner Geschwindigkeit in jedem Theile des Geschützrohres. Der Börsentelegraph bringt dem Bankherrn fortlaufend und ohne jede Mitwirkung die Kurse aller Börsenplätze und die wichtigen politischen Ereignisse gedruckt auf seinen Arbeitstisch. Dem Schiffer, dem Landmann bringt der Telegraph die Nachricht, dass ein Gewittersturm langsam heranzieht. Der elektrische Wasserstandszeiger zeigt der Pumpstation jeden Augenblick die Höhe des Wasserstandes im Reservoir, dem Schiffer im Hafen die Höhe der Fluth auf der zu überschreitenden Barre. Der elektrische Grubengasmelder warnt vor Explosionsgefahr durch schlagende Wetter — kurz, wohin man sieht, trifft man den elektrischen Strom als Helfer oder Beschützer! Doch nicht allein die grosse Fortpflanzungsgeschwindigkeit des elektrischen Stromes, die ihn zur schnellen Uebertragung von Signalen und überhaupt zur Ausführung kleiner mechanischer Leistungen an entfernten Orten so sehr geeignet macht, hat ihm eine ausgedehnte Benutzung im Leben verschafft, sondern auch seine zuerst entdeckten Eigenschaften, seine physiologischen, chemischen und thermischen Wirkungen. Die Aerzte bedienen sich zur Heilung menschlicher Leiden des elektrischen Stromes und machen unblutige Operationen mit elektrisch zum Glühen gebrachten Drähten; der Bergmann, der Mineur sprengt seine Mine mittelst galvanischer Batterien oder mit Hülfe des magneto-elektrischen oder dynamo-elektrischen Minenzünders. Der Galvanoplastiker überlässt dem elektrischen Strome die Ausfüllung seiner Formen mit festem Metall; der elektrische Strom gravirt, vergoldet, versilbert, verkupfert, vernickelt. Dem Chemiker dient er zur Ausführung seiner Analysen, dem Physiker in unzähligen Instrumenten und Einrichtungen zu seinen wissenschaftlichen Untersuchungen.

Bei allen diesen Anwendungen des elektrischen Stromes wird demselben keine grosse Arbeitsleistung aufgebürdet, und es genügen zu seiner Hervorbringung die nach und nach vervollkommneten galvanischen Batterien oder die Magnet-Induktoren. Es lag der Gedanke nahe, diese Grenze zu überschreiten und vom elektrischen Strom auch grössere Arbeitsleistungen ausführen zu lassen. Eine solche Aufgabe war die Erzeugung des elektrischen Lichtes. Wenn man einen vom elektrischen Strom durchflossenen Leiter plötzlich unterbricht, so erhält man an der

Trennungsstelle einen leuchtenden Funken. War der Strom und die ihn erzeugende elektrische Spannung stark genug und die Entfernung der Enden des unterbrochenen Leiters von einander nicht zu gross, so dauert der Strom fort, und der trennende Luftraum wird durch eine glänzende, andauernde Lichterscheinung, den sogenannten Davy'schen Bogen, ausgefüllt, welcher die leitende Verbindung wiederherstellt. Der Lichtbogen ist besonders glänzend und leuchtend, wenn die Enden des Leiters aus Kohle bestehen. Dieses „elektrische Licht“ hat Gelehrte und Techniker lange beschäftigt und auch vielfache Verwendung gefunden. Es waren zu seiner Erzeugung aber galvanische Ketten aus einer grossen Anzahl grosser Elemente nöthig, deren Beschaffung und Unterhaltung kostspielig, deren Aufstellung beschwerlich und deren starke Ausdünstungen schädlich sind. Die Anwendung des elektrischen Lichtes blieb daher fast ein halbes Jahrhundert lang eine sehr beschränkte. Auch die Herstellung und Anwendung grosser magnetoelektrischer Maschinen, auf die ich später zurückkommen werde, hat darin wenig geändert. Eben so wenig Erfolg hatte es, mittelst des elektrischen Stromes grössere Arbeitsleistungen zu erzeugen oder zu übertragen. Es hat sich eine grosse Anzahl von Konstrukteuren, von denen ich hier nur Jacobi in St. Petersburg, den Erfinder der Galvanoplastik, und den Amerikaner Page nennen will, mit der Herstellung grösserer elektrischer Kraftmaschinen beschäftigt; es hatte sogar der selige deutsche Bundestag eine Nationalbelohnung für eine gelungene Konstruktion solcher Maschinen ausgesetzt — alle diese Anstrengungen scheiterten aber an der Kostspieligkeit und Schwierigkeit der Erzeugung der erforderlichen starken Ströme. Es gelang zwar Page, eine elektrische Maschine herzustellen, welche eine Arbeitskraft von mehreren Pferdestärken leistete, und Jacobi fuhr mit einem elektrisch betriebenen Boot auf der Newa; doch erklärte schliesslich Letzterer selbst auf Grund seiner Versuche die Lösung der Aufgabe für unmöglich, weil die Erzeugung des elektrischen Stromes durch galvanische Batterien zu kostbar sei, und weil ferner durch die Gegenkraft, welche die arbeitende elektrische Maschine erzeugt, die wirkende Kraft der Batterie zu sehr vermindert würde. Zu demselben Urtheil müssen wir durch das Mayer-Helmholtz'sche Gesetz der Erhaltung der Kraft gelangen. Arbeitskraft ist danach ein Aequivalent der Wärme, die zu ihrer Erzeugung verbraucht worden ist. Bei der Dampfmaschine wird diese Wärme durch Verbrennung von Kohle, bei der elektrischen Maschine durch Verbrennung von Zink in Salpetersäure oder einer anderen oxydirenden Flüssigkeit hervorgebracht. Dieses ist aber ein ganz unvergleichlich viel kostbareres Brennmaterial als Kohle! Wir werden daher wenigstens so lange auf die direkte Erzeugung von grösseren Arbeitskräften durch Elektricität verzichten müssen, als nicht die Wissenschaft ganz neue Wege aufdeckt, welche uns zur billigen direkten Erzeugung starker elektrischer Ströme führen.

Wenn wir aber auch zur ersten Erzeugung der Arbeitskraft auf die calorischen Maschinen, welche Wärme — sei es direkt oder vermittelst Wasserdampfes — in Arbeit umsetzen, oder auf die Benutzung der in der Natur vorhandenen Kraftquellen angewiesen bleiben, so tritt doch die Frage auf: ob wir diese Arbeitskräfte nicht zur Erzeugung starker elektrischer Ströme mit Vortheil benutzen können, die dann ihrerseits wiederum zur Hervorbringung elektrischen Lichtes, zu galvanischen Umsetzungen oder zur Uebertragung von Arbeitskraft nach anderen Orten hin technisch benutzt werden könnten. In der That ist dies mit Hülfe der magneto-elektrischen Maschinen ausführbar und auch seit längerer Zeit geschehen. Die magneto-elektrische Maschine beruht auf der von Faraday entdeckten Induktion, d. i. der Thatsache, dass in einem zum leitenden Kreise verbundenen Leiter, den man einem anderen Leiter nähert, in welchem ein Strom cirkulirt, während der Annäherung ein entgegengesetzt gerichteter, bei der Entfernung dagegen ein gleichgerichteter Strom entsteht. Dasselbe findet statt, wenn anstatt des von einem dauernden Strom durchflossenen Leiters ein Magnet vorhanden ist, dem der Leiter genähert oder von dem derselbe entfernt wird. Da gleichgerichtete Ströme sich anziehen, ungleichgerichtete sich abstossen, so kostet sowohl die Annäherung des inducirten Leiters an den vom Strom dauernd durchlaufenen Leiter oder den seine Stelle vertretenden Magnet, als auch die Entfernung von demselben einen dem erzeugten Strom äquivalenten Verbrauch von Arbeit. Man nannte die hierauf basirten Maschinen zur Erzeugung elektrischer Ströme magneto-elektrische Maschinen im Gegensatze zu den elektro-magnetischen, um dadurch anzudeuten, dass bei den magneto-elektrischen mit Hülfe von vorhandenen permanenten Magneten elektrischer Strom, bei den elektro-magnetischen dagegen durch vorhandenen Strom Arbeit erzeugt wird. Die magneto-elektrischen Stromerzeuger sind in vielen verschiedenen Formen ausgeführt und bilden eines der wesentlichsten Hülfsmittel der Elektrotechnik. Es ist auch gelungen, magneto-elektrische Maschinen von solcher Stärke herzustellen, dass mittelst der durch sie erzeugten Ströme elektrisches Licht hervorgebracht werden konnte. Es tritt bei ihnen aber ein Uebelstand auf, der ihre Anwendbarkeit begrenzt. Stahlmagnete nehmen im Verhältniss zu Elektromagneten nur einen geringen Grad von Magnetismus an, und sie schwächen sich gegenseitig, wenn man sie einander mit gleichen Polen nähert oder deren mehrere zu einem grösseren Magneten vereinigt. Magneto-elektrische Maschinen müssen daher in sehr grossen Dimensionen ausgeführt werden, wenn sie kräftige Ströme erzeugen sollen, was sie schwerfällig und kostspielig macht. Ausserdem verlieren grössere Mengen benachbarter Stahlmagnete mit der Zeit und unter Mitwirkung der unvermeidlichen Stösse, die sie erleiden, ihren Magnetismus. So nützlich und unentbehrlich die magneto-elektrischen Maschinen daher

auch zur Hervorbringung schwächerer Ströme sind, so eignen sich dieselben doch nicht zur Erzeugung so starker Ströme, wie sie das elektrische Licht, die Kraftübertragung und die Verwendung zu metallurgischen Zwecken verlangen.

Einen ersten bemerkenswerthen Schritt in dieser Richtung machte der englische Mechaniker Wilde, indem er eine kleinere magneto-elektrische Maschine mit einer grösseren kombinirte und bei letzterer die Stahlmagnete durch einen grossen Elektromagneten ersetzte. Er bediente sich hierbei meiner Konstruktion der magneto-elektrischen Maschinen, bei welcher der bewegte Theil die Form eines um seine Axe rotirenden Cylinders (Doppel-T-Anker) hat. Lässt man beide Cylinder rotiren und leitet den durch einen Kommutator gleichgerichteten Strom der magneto-elektrischen Maschine durch die Windungen des feststehenden Elektromagnetes der grösseren, so erzeugt letztere sehr kräftige Ströme, die auch von Wilde zur Hervorbringung elektrischen Lichtes und zur Herstellung von Kupferniederschlägen im Grossen benutzt wurden.

Es gelang mir, die Aufgabe der sicheren und billigen Erzeugung starker elektrischer Ströme auf einem anderen Wege zu lösen, wobei die Anwendung von Stahlmagneten gänzlich fortfiel. Das Princip, auf welchem diese Maschinen beruhen, ist dasselbe, auf welches die Elektrisirmaschinen von Töpler und Holtz begründet sind, das der Verstärkung der Ursache der Erzeugung elektrischer Spannung durch die Wirkung derselben. Denkt man sich in einer magneto-elektrischen Maschine die Stahlmagnete durch Elektromagnete ersetzt und die durch einen Kommutator gleichgerichteten Ströme des rotirenden Theils der Maschine in der Weise durch die Windungen des die Stahlmagnete ersetzenden Elektromagnetes geleitet, dass der Strom den Magnetismus im richtigen Sinne verstärkt, so muss der verstärkte Magnetismus wieder stärkere Ströme hervorbringen und so fort, bis — wenn die Drehung gleichmässig fortdauert — entweder das Maximum des Magnetismus im Eisen erreicht oder die Maschine durch zu grosse Wärmeentwickelung in den Drähten zerstört wird. Es genügt dabei für den Beginn der sich steigernden Wirkung oder für das „Angehen" der Maschine ein sehr geringer Grad von Magnetismus in den feststehenden Elektromagneten. Nicht nur der auch in dem weichsten Eisen zurückbleibende Magnetismus reicht für das sofortige „Angehen" der Maschine aus, es wird dies in der Regel bei neu erbauten Maschinen auch schon durch den Erdmagnetismus bewirkt. Ich habe diese Maschinen in meiner ersten Mittheilung über das denselben zu Grunde liegende Princip an die königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin im Januar 1867 dynamo-elektrische Maschinen genannt, um dadurch anzudeuten, dass durch sie Arbeitskraft direkt, d. h. hier ohne Vermittelung vorhandener permanenter Magnete, in elektrischen Strom umgewandelt wird. Da jede

arbeitende elektro-magnetische Maschine, wie schon früher hervorgehoben, Gegenströme erzeugt, welche den sie bewegenden elektrischen Strom schwächen, und da die Richtung dieser Ströme von der Richtung der Drehung der Maschine abhängig ist, so muss eine Rückwärtsdrehung derselben ihn umgekehrt verstärken. Es wird daher, genau genommen, jede elektro-magnetische Maschine durch Rückwärtsdrehung eine dynamo-elektrische. Dass man durch diesen Umstand nicht schon längst zufällig auf die dynamo-elektrische Stromerzeugung gekommen ist, erklärt sich wohl dadurch, dass besondere Konstruktionsbedingungen bei den elektro-magnetischen Maschinen erfüllt werden müssen, damit sie als dynamo-elektrische Maschinen wirksam werden können.

Anfänglich wurden solche dynamo-elektrische Maschinen mit meinen früher erwähnten rotirenden Cylinder-Ankern hergestellt. Es stellte sich aber heraus, dass das Eisen dieser Anker sich durch den schnellen und kräftigen Polwechsel stark erhitzt. Später sind durch Gramme und v. Hefner-Alteneck verbesserte Maschinen konstruirt worden, bei denen dieser Uebelstand in Wegfall kommt. Bei diesen mit unwesentlichen Modifikationen jetzt allgemein benutzten dynamo-elektrischen Maschinen findet keine besondere Kommutirung der inducirten Ströme wechselnder Richtung, wie bei den älteren magneto-elektrischen und dynamo-elektrischen Maschinen, statt, sondern es treten die Wechselströme, welche in einer zusammenhängenden Reihe von Induktionsspiralen nach einander erzeugt werden, in einer Zweig- oder Brückenleitung direkt zu einem kontinuirlichen gleichgerichteten Strome zusammen. Ich hatte eine solche Kombination bereits bei einem Volta-Induktor in Anwendung gebracht, welcher in der ersten Pariser Ausstellung im Jahre 1855 ausgestellt war und sich jetzt in der historischen Sammlung des Postmuseums zu Berlin befindet. Diese, wegen ihrer Form so genannte Tellermaschine diente dazu, mit wenigen Elementen Ströme hoher Spannung zu erzeugen, wie sie zum Betriebe langer Telegraphenlinien erforderlich sind. Zur Erzeugung starker Ströme war sie nicht geeignet. Die Gramme'sche Maschine ist in allen wesentlichen Punkten identisch mit der vom Professor Pacinotti konstruirten elektro-magnetischen Maschine, die Gramme durch Rückwärtsdrehung, nach meinem Vorschlage, zu einem dynamo-elektrischen Stromerzeuger machte. Sie besteht aus einem mit isolirtem Draht umwundenen Eisenringe, der zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagnetes rotirt. Der in sich geschlossene Umwindungsdraht ist in eine Anzahl gleicher Theile getheilt und an den Theilstellen mit Kontakten versehen, welche bei der Rotation mit feststehenden federnden Kontakten an zwei sich diametral gegenüberstehenden Punkten in Berührung kommen. Stehen diese Kontakte senkrecht auf der Verbindungslinie der Pole des Magnetes und bilden sie die Endpunkte eines Zweigdrahtes, so nimmt dieser, wie bei der Tellermaschine, die in den beiden Windungshälften des

Ringes inducirten entgegengerichteten Ströme als kontinuirlichen Strom auf. Die v. Hefner'sche Konstruktion unterscheidet sich von der Pacinotti-Gramme'schen wesentlich dadurch, dass der Erstere nicht, wie die Letzteren, einen umwickelten Ring benutzt, sondern einen vollen oder hohlen Eisen-Cylinder, welcher nur an seiner äusseren Fläche mit longitudinalen, in sich geschlossenen Windungen umgeben ist. Die einzelnen Abtheilungen dieser äusseren Windungen sind mit den sich diametral gegenüberstehenden Schleifkontakten in einer ohne Zeichnung schwer verständlich zu machenden Weise derart combinirt, dass wiederum sämmtliche in den Umwindungsdrähten inducirte Ströme im Brückendraht als kontinuirlicher Strom auftreten. Vor der Pacinotti-Gramme'schen hat die v. Hefner'sche Konstruktion den grossen Vorzug, dass bei ihr der grösste Theil des Umwindungsdrahtes der Induktion unterworfen, also wirksam ist, während bei der Gramme'schen nur der auf der äusseren Fläche des Ringes befindliche Draht, also nur etwa die Hälfte desselben, zur Wirkung kommt.

Ich habe die dynamo-elektrische Maschine in ihren verschiedenen Formen eingehender als andere behandelt, da sie die Brücke zu einer weiteren grossartigen Entwickelung der Dienste bildet, welche die Elektricität der Menschheit zu leisten berufen ist. Wie ich schon bei der ersten Mittheilung des Princips der dynamo-elektrischen Maschine hervorhob, ist durch diese die Möglichkeit gegeben, Arbeitskraft in jedem Betrage in elektrischen Strom umzuwandeln, um diesen zur elektrischen Beleuchtung, zu metallurgischen Processen, zur Kraftübertragung und vielleicht künftig zu anderen uns noch unbekannten Zwecken zu benutzen. Es hat allerdings seitdem schon einer 12jährigen Arbeitszeit bedurft, um die Schwierigkeiten zu überwinden, welche der sicheren Erzeugung und Verwendung dieser starken Ströme entgegentraten, und es wird auch noch weiterhin viel Arbeit und Geld aufgewendet werden müssen, um die noch nothwendigen weiteren Fortschritte zu machen; wir können aber doch jetzt schon mit Zuversicht aussprechen, dass uns mit der dynamo-elektrischen Maschine ein weiteres wichtiges Hülfsmittel zur Nutzbarmachung der Naturkräfte im Dienste der Menschheit gegeben ist. Es tritt dies besonders klar hervor bei den Fortschritten, welche in neuerer Zeit die elektrische Beleuchtung gemacht hat. Es wird kaum noch ein wichtiger Leuchtthurm erbaut, der nicht elektrisches Licht erhält. Mit elektrischem Licht suchen schon jetzt grössere Schiffe Nachts und bei Nebel die gefahrdrohenden Klippen und begegnende Fahrzeuge zu erkennen; mit Hülfe desselben vermögen die Schleppdampfer auch bei Nacht ihren Weg in Flüssen und Kanälen zu finden. Elektrisches Licht beleuchtet schon vielfach Fabriken, Arbeitsplätze und grössere Hallen. Es spielt eine wichtige Rolle im Angriffs- wie im Vertheidigungskrieg und hat sich überall da einen weiten Anwendungskreis geschaffen, wo grosse Helligkeit, die

Schönheit des blendend weissen Lichtes und dessen verhältnissmässig geringe Heizkraft, sowie die Abwesenheit schädlicher Verbrennungsprodukte in erster Linie in Betracht kommen. Bis vor wenigen Jahren bestand aber noch ein grosses Hinderniss der allgemeineren Verbreitung des elektrischen Lichtes — seine geringe Theilbarkeit. Es war bis dahin nicht möglich, in einer Stromleitung mit Sicherheit mehr als einen Lichtbogen herzustellen. Es erklärt sich dies dadurch, dass die Regulirung des Mechanismus, welcher die Abstände der Kohlenspitzen, zwischen denen das elektrische Licht entsteht, regelt, durch die Stromstärke bewirkt wird, welche im Leitungskreise vorherrscht. Wird der Davy'sche Lichtbogen durch Abbrennen der Kohlen verlängert, so wird der Widerstand desselben grösser und damit auch die Stromstärke im Leitungskreise geringer, wodurch dann eine entsprechende Zusammenschiebung der Kohlen durch den Lampenmechanismus bewirkt wird. Befinden sich nun mehrere Lichtbogen in demselben Leitungskreise, so ist die Stromstärke in demselben von der Summe der Widerstände sämmtlicher Lichtbogen abhängig, wobei es gleichgiltig bleibt, wie gross der Widerstand eines einzelnen ist.

Die Stromstärke kann also dann nicht mehr zur Regulirung der Bogenlängen der einzelnen Lichtbogen benutzt werden. Um diesem Uebelstande abzuhelfen und eine unbegrenzte Theilung des elektrischen Lichtes zu ermöglichen, hat man vielfach und bis in die neueste Zeit versucht, anstatt des Lichtbogens dünne Kohlen- oder Metallstäbchen, welche durch den elektrischen Strom glühend gemacht werden, als Lichtquellen zu benutzen. Es ist das so erzeugte Licht aber verhältnissmässig sehr schwach, kostet viel Strom, mithin viel Arbeitskraft, und ist wohl kaum noch elektrisches Licht zu nennen. Einen ersten wichtigen Schritt in der Richtung der Theilung des Lichtbogens machte Jablochkoff. Derselbe stellte zwei Kohlenstäbchen parallel neben einander und füllte den Zwischenraum mit Gips oder einer anderen schwer schmelzbaren Substanz aus. Von solchen „elektrischen Kerzen" konnten vier bis sechs in einen Leitungskreis eingesetzt werden, da die Bogenlänge hier für alle eine gegebene war.

Um ein gleichmässiges Abbrennen beider Kohlen zu erzielen, wurden nicht gleichgerichtete, sondern Wechselströme zur Lichterzeugung benutzt, wie es schon früher bei Anwendung der magneto-elektrischen Maschinen zur Lichterzeugung geschehen war. Diese „elektrischen Kerzen" haben wesentlich zur Verbreitung der elektrischen Beleuchtung beigetragen, erfüllen aber ihren Zweck namentlich aus dem Grunde nur unvollkommen, weil sämmtliche Kerzen erlöschen, wenn eine aus irgend welchem Grunde versagt, und weil das Licht sich dann nicht selbstthätig wieder entzündet, wie es bei Anwendung elektrischer Lampen der Fall ist.

Es war der neuesten Zeit vorbehalten, die Lösung des Problems

der Theilung des elektrischen Lichtbogens bei Anwendung von die Bogenlängen regulirenden Mechanismen zu finden, und dadurch das wesentlichste Hinderniss zu beseitigen, welches der allgemeineren Anwendung der elektrischen Beleuchtung bisher noch entgegenstand. Es beruht die Regulirung hierbei auf der Anbringung einer Nebenschliessung für jeden Lichtbogen. In einer Stromverzweigung wird der Strom des einen Zweiges um so stärker, je grösser der Widerstand des anderen Zweiges wird. Ist nun die Lampe so konstruirt, dass eine Verstärkung des Stromes im Nebenzweige des Lichtbogens eine Annäherung der Kohlenspitzen bewirkt, so muss dies auch durch eintretende Verlängerung des Lichtbogens geschehen und dadurch jeder Bogen in der normalen Länge erhalten werden. Ich hatte diese Verwendbarkeit des Nebenschlusses zur Regulirung des Lichtbogens schon früher erkannt und bei der Konstruktion elektrischer Lampen benutzt; wir verdanken aber dem schon genannten Herrn v. Hefner, dem Vorstande des Konstruktionsbureaus von Siemens & Halske, die gelungene Konstruktion einer Lampe, welche mit Hülfe einer Differentialwirkung zwischen Haupt- und Nebenstrom die Aufgabe in sehr einfacher und vollkommener Weise löst. Mittelst solcher Lampen wurde zuerst die Kaisergallerie in Berlin als Annex der Berliner Gewerbeausstellung während der ganzen Ausstellungszeit beleuchtet.

Es sind ferner bereits die Empfangshalle der königlichen Ostbahn und das Reichstagsgebäude zu Berlin, der Münchener neue Bahnhof und mehrere Privatgebäude in dieser Weise elektrisch beleuchtet. Es hat sich hierbei herausgestellt, dass die Kosten der Beleuchtung grösserer passender Räume bei etwa dreifacher Minimalhelligkeit des Bodens selbst bei Betrieb mit Gaskraftmaschinen nur etwa gleich den Kosten der Gasbeleuchtung sind. Ich möchte hierbei aber doch bemerken, dass trotzdem das elektrische Licht schwerlich jemals das Gaslicht wird verdrängen können. Die grosse Bequemlichkeit, Reinlichkeit, unbegrenzte Theilbarkeit des Gaslichtes, sowie die heizenden Eigenschaften des Gases werden demselben überall da den Vorzug vor der Elektricität sichern, wo nicht die grössere Helligkeit, welche durch elektrische Beleuchtung zu erzielen ist, die reine Weisse des Lichtes, die geringe Erwärmung und Verunreinigung der Luft der zu beleuchtenden grösseren Räume entscheidend für Anwendung der elektrischen Beleuchtung sprechen.

Weit weniger entwickelt als die Anwendung starker elektrischer Ströme zur Beleuchtung ist bisher die Benutzung derselben zur Kraftübertragung und zu chemischen Umformungen in der Metallurgie und chemischen Grossindustrie. In der Berliner Gewerbeausstellung sind von Siemens & Halske zwei Beispiele der Kraftübertragung durch dynamo-elektrische Maschinen ausgestellt. Ein grosser Webstuhl und einige kleinere Maschinen werden durch eine elektro-dynamische Ma-

schine betrieben, die von einer, mit Ausnahme der Stellung der Federkontakte, gleich konstruirten dynamo-elektrischen Maschine, welche im Maschinenraum aufgestellt ist, mittelst einer Drahtleitung in Bewegung gesetzt wird. Ferner ist eine etwa 300 m lange, in sich selbst geschlossene, schmalspurige Eisenbahn ausgestellt, auf welcher eine kleine elektrische Lokomotive mit drei angehängten Personenwagen in einer Geschwindigkeit von 3—4 m per Sekunde cirkulirt. Die Laufschienen der Bahn bilden die eine Leitung zu der im Maschinenraume stehenden dynamo-elektrischen Lichtmaschine grösserer Sorte, während eine zwischen den Laufschienen und ohne metallische Verbindung mit diesen angebrachte Mittelschiene das Ende der anderen Leitung bildet. Die Lokomotive besteht im Wesentlichen aus einer der stromgebenden ganz gleichen Maschine, deren eines Drahtende durch die Räder der Lokomotive mit den Laufschienen in leitender Verbindung steht, während das andere Ende durch eine Kontaktvorrichtung mit der Mittelschiene kommunicirt. Wird der Stromlauf geschlossen und die stromgebende Maschine mit etwa 600 bis 700 Umdrehungen per Minute kontinuirlich gedreht, so setzt sich die Lokomotive mit grosser Kraft in Bewegung und durchläuft mit konstanter Geschwindigkeit die Bahn. Die Lokomotive zieht an ihrem Zughaken mit etwa 200 kg, wenn die Wagen festgehalten werden, und mit 70—80 kg während der Fahrt mit 3 m Geschwindigkeit, was etwa einer Arbeitsleistung von drei effektiven Pferdestärken entspricht. Auffallend erscheint hierbei, dass diese Geschwindigkeit sich nur wenig ändert, wenn anstatt der gewöhnlichen Belastung der Personenwagen (mit 18 Personen) eine doppelte und selbst dreifache Belastung eintritt, und dass die Kraft des ersten Anzuges eine so sehr bedeutende ist. Es ist dies aber eine Eigenthümlichkeit der elektrischen Kraftübertragung überhaupt. Die Theorie derselben lässt sich in Kürze unter folgende Gesichtspunkte bringen. Denkt man sich eine dynamo-elektrische Maschine der Gramme'schen oder v. Hefner'schen Konstruktion mit geschlossener Leitung in Drehung gesetzt, so wächst der Strom und damit der Magnetismus des feststehenden Elektromagnetes so weit an, wie die specielle Konstruktion der Maschine und der eingeschaltete Widerstand es zulassen. Die Arbeitskraft, welche erforderlich ist, um die vom Strome durchlaufenen Umwindungsdrähte des rotirenden Eisenringes des Cylinders durch die Anziehungssphäre der Magnetpole (das magnetische Feld) hindurchzutreiben, ist dabei einmal der Stromstärke in den Drähten, zweitens der Stärke des Magnetismus, welcher innerhalb gewisser Grenzen ebenfalls proportional der Stromstärke ist, und drittens der Geschwindigkeit der Drähte oder der Rotationsgeschwindigkeit proportional. Da nun auch die Stromstärke dieser Geschwindigkeit als ihrer erzeugenden Ursache proportional ist, so muss die zur Drehung verwendete Arbeit im Verhältniss der dritten Potenz

der Rotationsgeschwindigkeit stehen. Anders ist das Verhältniss, wenn eine zweite gleiche oder ähnliche Maschine in den Kreislauf eingeschaltet ist. Diese wird durch den Strom, den die mechanisch in Drehung gesetzte dynamo-elektrische Maschine erzeugt, ihrerseits als elektro-magnetische Maschine gedreht und bringt dann, wie schon Jacobi fand, einen Gegenstrom hervor, der den wirkenden Strom schwächt. Ist diese arbeiterzeugende Maschine von gleicher Konstruktion wie die stromerzeugende, so ist der auftretende Gegenstrom ebenfalls dem Quadrat ihrer Drehungsgeschwindigkeit proportional. Das Endresultat ist mithin eine im ganzen Leitungskreise thätige Stromstärke, die dem Quadrat der Geschwindigkeitsdifferenz beider Maschinen proportional ist. Sind c und c' die Geschwindigkeiten der beiden entgegengesetzt rotirenden Maschinen, so ist mithin die herrschende Stromstärke proportional $(c-c')^2$.

Es ist dann die von der stromerzeugenden Maschine verbrauchte Arbeit $(c-c')^2 \cdot c \cdot k$ und die von der durch den Strom gedrehten Maschine geleistete Arbeit $(c-c')^2 \cdot c' \cdot k$, wobei k eine von der Konstruktion der Maschinen und dem Leitungswiderstande des ganzen Kreises abhängige Konstante bezeichnet. Die Maximalrechnung ergiebt nun, dass das Maximum der Arbeitsleistung dann eintritt, wenn $c' = \frac{c}{3}$ ist, woraus gleichzeitig folgt, dass bei Erzielung des Arbeitsmaximums nur $^1/_3$ der verwendeten Arbeitskraft zur Benutzung kommt. Andererseits ist aber das Verhältniss der aufgewendeten zur geleisteten Arbeit $= \frac{(c-c')^2 \cdot c \cdot k}{(c-c')^2 \cdot c' \cdot k} = \frac{c}{c'}$, was besagt, dass die nutzbar gemachte Arbeit mit der Geschwindigkeit der Drehung proportional zunimmt. Die Frage, der wievielte Theil der aufgewendeten Arbeitskraft bei der elektrischen Kraftübertragung gewonnen wird, ist mithin allgemein nur dahin zu beantworten, dass der Kraftverlust um so geringer wird, je schneller die Maschine sich dreht, und dass er $= 0$ werden würde, wenn man sie unendlich schnell drehen könnte. Es folgt ferner aus der Formel, dass die Zugkraft der arbeitenden Maschine in viel grösserem Verhältniss als die Geschwindigkeitsdifferenz der beiden Maschinen ansteigt, woraus unmittelbar die geringe Abhängigkeit der Fortbewegungsgeschwindigkeit der Lokomotive von der zu bewegenden Last und die grosse Kraft des ersten Anzugs sich ergiebt. Es muss hierbei bemerkt werden, dass die obige Rechnung weder die innere Reibung der Maschinen, noch den veränderlichen Widerstand der Schleifkontakte u. s. w. berücksichtigt, welche unter Umständen schwer ins Gewicht fallen.

Obgleich noch viele konstruktive Schwierigkeiten zu überwinden und viele Erfindungen noch zu machen sind, um elektrische Kraftübertragung im Allgemeinen und elektrischen Eisenbahn- oder besser Spurwegsbetrieb im Speciellen zur praktischen Benutzung im grossen

Maassstab völlig geeignet zu machen, so muss man doch die ersten damit gewonnenen Resultate für sehr befriedigend und vielversprechend erklären. Unter günstigen Verhältnissen können sie schon in ihrem gegenwärtigen Entwickelungsstadium sehr gute Dienste leisten.

Noch weit weniger entwickelt ist aber bisher die Anwendung starker elektrischer Ströme, wie sie jetzt durch Verbrauch von Arbeitskraft erzeugt werden können, zu chemischen und metallurgischen Zwecken. Die Anwendung beschränkt sich bisher wesentlich auf die galvanische Reinigung des Kupfers und Scheidung desselben von Gold und Silber. Und doch wird der elektrische Strom gerade auf diesem Gebiete voraussichtlich künftig die grössten Erfolge aufzuweisen haben und auf ihm der Menschheit die grössten Dienste leisten! Technisch noch ganz unbebaut liegt das weite, so viel versprechende Gebiet der Elektrolyse feuerflüssiger Leiter da, und weder die wissenschaftliche noch die technische Chemie hat die analytische und synthetische Kraft des Stromes bisher gebührend gewürdigt! Durch Aufwendung von Arbeitskraft können mit Hülfe des elektrischen Stromes die festesten chemischen Verbindungen zerlegt und die Körperelemente in andere Zustände und Verbindungen übergeführt werden, in denen die verbrauchte Arbeit gleichsam aufgespeichert ist. So repräsentirt die Verbrennungswärme des galvanisch in seine Elemente zerlegten Wassers das Aequivalent der zur Scheidung verbrauchten Arbeit. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass die Wissenschaft der Zukunft lehren wird, auch bequemer zu handhabende Brennstoffe, wie den Wasserstoff, durch Arbeitsaufwand mit Hülfe des elektrischen Stromes herzustellen. Auch der weitere Schritt von der Darstellung von Brennstoffen zu der von Nährstoffen ist durchaus nicht undenkbar. Es gehört sogar kein allzu kühner Flug der Phantasie dazu, um sich eine Zukunft auszumalen, in der die Menschheit die lebendige Kraft, welche die Sonnenstrahlen der Erde in ungemessenem Betrage zuführen, und die sich uns zum Theil im Wind und in den Wasserfällen zur direkten Benutzung zur Verfügung stellt, mit Hülfe des elektrischen Stromes zur Herstellung alles nöthigen Brennstoffes verwendet, und die für ihre Kindheit von der Natur vorsichtig aufgestapelten Kohlenlager ohne Nachtheil zu entbehren lernt!

Elektrischer Hammer.

(Deutsches Reichspatent No. 9469 vom 22. Oktober 1879.)

1879.

Der elektrische Hammer hat den Zweck, die durch Batterien oder Maschinen hervorgebrachten elektrischen Ströme als Triebkraft zur Erzeugung einer hin- und hergehenden Bewegung zu benutzen, welche dann zu den verschiedenartigsten Arbeitsleistungen Verwendung finden kann.

Der Apparat, welcher auf beiliegender Zeichnung (Fig. 165) abgebildet ist, besteht im Wesentlichen aus einem System von Drahtspulen *A B C*, in deren Innerem sich eine massive oder hohle Stange aus Eisen oder weichem Stahl *N S* befindet, welche sich in der Richtung der Axe der Drahtspulen bewegen kann.

Die mittlere Drahtspule *B* wird von einem konstant wirkenden, gleichgerichteten Strom, welcher lediglich den Zweck hat, die Stange *N S* zu magnetisiren, umkreist.

Die äusseren Drahtspulen *A* und *C*, welche in gleichem Sinne mit Draht umwunden sind, stehen dagegen mit einer Wechselstrommaschine oder mit einer zur Abgabe von Wechselströmen eingerichteten Batterie in Verbindung. Durch Einwirkung der die Drahtspulen *A* und *C* durchfliessenden Wechselströme wird der magnetisirte Stab *N S* abwechselnd hin- und herbewegt, da die in ihrer Richtung wechselnden Ströme einmal anziehend, das andere Mal abstossend auf denselben einwirken.

Die so erzeugte hin- und hergehende Bewegung wird, wenn entsprechend starke Ströme, wie dieselben beispielsweise unsere zu Beleuchtungszwecken dienenden dynamo-elektrischen Maschinen liefern, angewendet werden, so kräftig, dass dieselbe in mannigfachster Weise zur Arbeitsleistung benutzt, und z. B. zum Betrieb von Schmiedehämmern oder Gesteinbohrern verwendet werden kann.

In der Zeichnung ist die beiden erwähnten Zwecken dienende Konstruktion des Apparates im Durchschnitt dargestellt.

Die hohle Eisen- oder Stahlstange *N S* füllt nicht den ganzen durch das Innere der Spulen *A B C* gebildeten Hohlraum aus; dieselbe ist vielmehr dem Hub entsprechend, welchen dieselbe machen soll, verkürzt. Um dieselbe in ihrer centralen Lage zu erhalten, sind an ihren

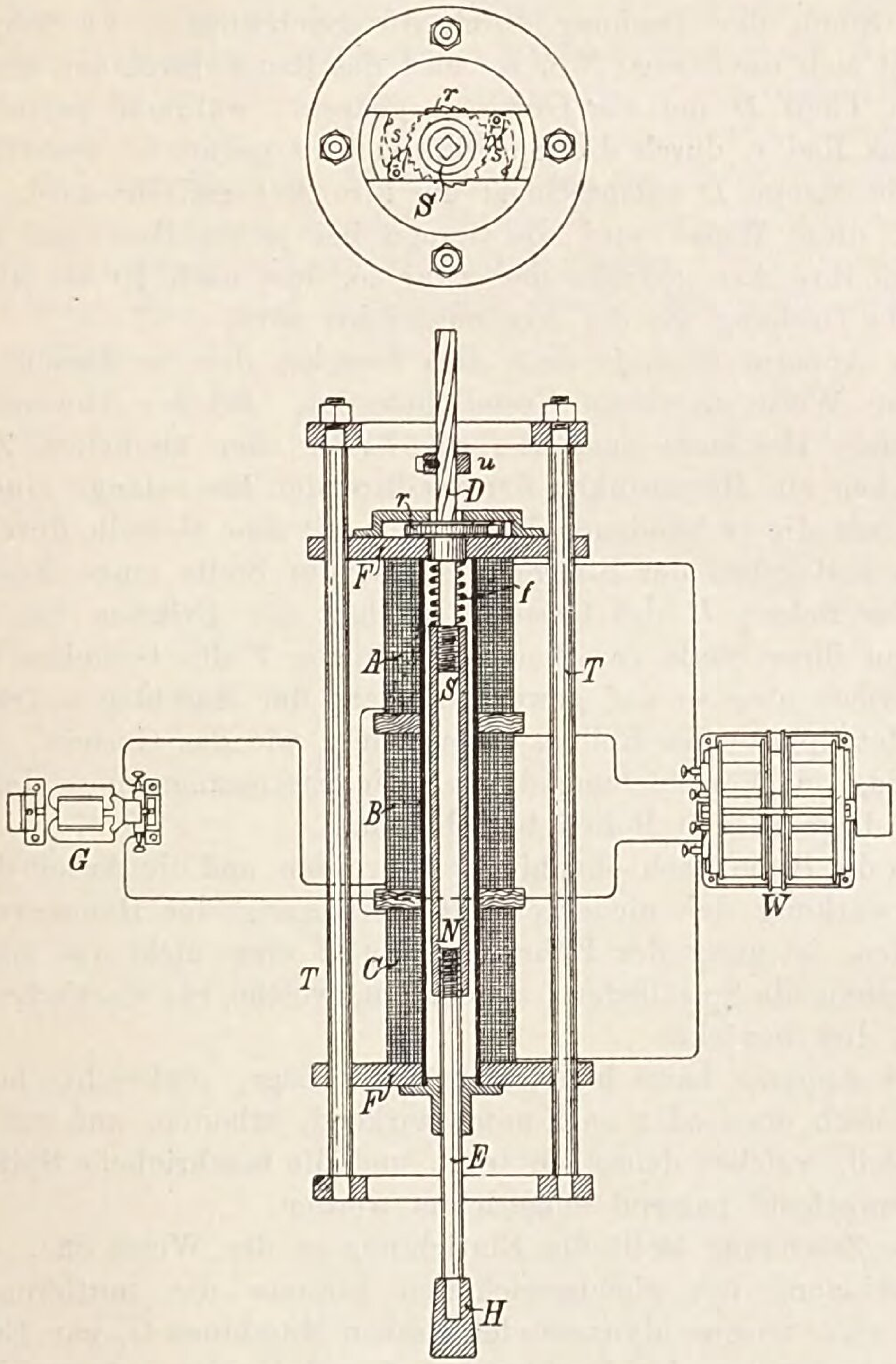


Fig. 165.

beiden Enden Führungsstangen *D* und *E* angebracht (welche nicht aus Stahl oder Eisen bestehen dürfen), deren eine zur Aufnahme des Hammers oder Bohrers *H* dient, deren andere eine Vorrichtung trägt, welche die zu Bohrzwecken erforderliche Drehung um die Axe bewirkt.

Diese Vorrichtung besteht aus einem Schaltrade *r*, welches in der

Führungsplatte *F* drehbar gelagert ist. Durch ein vierkantiges Loch in der Mitte des Rades *r* geht die Führungsstange *D* hindurch, welche gleichfalls vierkantig und so tordirt ist, dass dieselbe einen langgezogenen Schraubengang bezw. einen Theil eines solchen darstellt. Das Rad *r* ist in der einen Richtung leicht drehbar, während dasselbe im anderen Sinne der Drehung durch die Sperrklinken *s s* festgehalten ist. Hebt sich die Stange *N S*, so wird das Rad *r* durch den schraubenförmigen Theil *D* um ein Gewisses gedreht, während beim Niedergange das Rad *r*, durch die Sperrklinken *s s* gehalten, feststeht, wodurch die Stange *D* entsprechend um ihre Axe gedreht wird.

Auf diese Weise wird die Stange bei jedem Hin- und Hergang etwas um ihre Axe gedreht, und zwar so, dass nach 10 bis 20 Hüben eine volle Drehung um die Axe ausgeführt wird.

Der Apparat wird, je nach dem Zwecke, dem er dienen soll, in geeigneter Weise an einem Gestell befestigt. Bei der Anwendung des elektrischen Hammers zum Steinbohren oder ähnlichen Zwecken, bei welchen ein Herabsinken der oscillirenden Eisenstange eintritt, befestigen wir die verbundenen drei Rollen mit dem Gestelle durch starke Friktion und geben der Stange an passender Stelle einen Anschlag *u*. Trifft der Bohrer *H* das Gestein, so hält die Friktion bei *F F* die Rollen an ihrer Stelle zwischen den Stangen *T* des Gestelles fest. Ist das Bohrloch aber so tief geworden, dass der Anschlag *u* früher die obere Metallplatte des Rollensystems trifft, wie das Gestein, so wirkt der Schlag auf Verschiebung dieses. Die Eisenstange muss daher stets dieselbe Lage in den Rollen beibehalten.

Um die Hübe nach obenhin zu begrenzen und die Arbeit derselben zur Verstärkung der niedergehenden Bewegung des Hammers etc. zu verwenden, ist unter der Führungsplatte *F* eine nicht aus Eisen oder Stahl bestehende Spiralfeder *f* angebracht, welche, ein elastisches Polster bildend, dies bewirkt.

Der Apparat kann beliebig in jeder Lage, senkrecht, horizontal, geneigt nach oben oder nach unten wirkend, arbeiten, und müssen nur das Gestell, welches denselben trägt, und die beschriebene Spiralfeder *f* dementsprechend passend eingerichtet werden.

Die Zeichnung stellt die Einrichtung in der Weise dar, dass für Hervorbringung des gleichgerichteten Stromes der mittleren Drahtspule *B* eine unserer dynamo-elektrischen Maschinen *G*, zur Erzeugung der Wechselströme der Drahtspulen *A* und *C* eine unserer Wechselstrommaschinen *W* verwendet wird. Die Maschine *G* dient gleichzeitig als primäre Maschine für die Maschine *W* und werden beide durch irgend einen Betriebsmotor in Bewegung gesetzt.

Der Hammer oder Bohrer kann an einem von der Stromerzeugungsstelle entfernten Punkte aufgestellt werden und müssen alsdann nur die elektrischen Leitungsdrähte, welche von den Stromerzeugungs-

maschinen nach dem elektrischen Hammer führen, einen der Länge der Leitung entsprechenden genügend starken Querschnitt erhalten.

Patentansprüche:

1. Die Kombination von gleichgerichteten und Wechselströmen zur Hervorbringung kräftiger oscillirender Bewegungen eines Eisen- oder Stahlstabes, insbesondere die Anwendung von drei Draht-spiralen, von denen die mittlere von einem dauernden, die beiden äusseren von Wechselströmen durchströmt werden.
2. Die Bewirkung des Nachschubes bei Steinbohrern in der Weise, dass der Apparat durch Friktion mit dem Gestelle verbunden ist und durch die ihn treffenden Schläge der Bohrstange fortbewegt wird, wenn das Gestein die Schläge nicht mehr vorher auffängt.

Ueber die dynamo-elektrische Maschine und deren Verwendung zum Betriebe von elektrischen Eisenbahnen.

(Vortrag im elektrotechn. Verein am 27. Januar 1880.)

1880.

Meine Herren! Wenn man früher einem Elektrotechniker eine Aufgabe stellte, bei welcher die Elektricität grössere Arbeit auszuüben hatte, dann pflegte er wohl zu sagen: die Elektricität thut keine Hausknechtsarbeit, die ist für feine Arbeit bestimmt; sie kommandirt, dirigirt, löst Kräfte aus und ein, aber schwere Arbeit selbst zu thun, ist nicht ihre Sache! Das hat sich nun in der neueren Zeit vollständig geändert. Die dynamo-elektrische Maschine befähigt uns jetzt, elektrische Ströme von jeder gewünschten Stärke billig zu erzeugen. Die Elektricität kann mithin jetzt auch in die Reihe der schwer arbeitenden Mächte eintreten.

Da die Bildung des elektrotechnischen Vereins ungefähr mit der Zeit der vollständigen praktischen Ausbildung der dynamo-elektrischen Maschine zusammenfällt, so hielt der geschäftsführende Ausschuss es für angemessen, dass in der ersten Sitzung des Vereins gerade über die dynamo-elektrische Maschine und über einen Vorschlag, den ich schon vor längerer Zeit gemacht habe und der Ihnen Allen von der Berliner Gewerbe-Ausstellung her schon bekannt ist, den Vorschlag der Anwendung der Elektricität zur Fortbewegung von Fahrzeugen oder zum Betriebe elektrischer Eisenbahnen hier zuerst ein Vortrag gehalten werde.

Ich werde wohl damit beginnen müssen, Ihnen den Nachweis zu liefern, warum wir früher nicht im Stande waren, grosse Kraftleistungen durch elektrische Ströme auszuüben. Wir hatten ja galvanische Säulen oder Batterien, wir konnten dieselben beliebig vergrössern, und der Glaube, dass es gelingen würde, mit ihrer Hülfe elektrische Motoren herzustellen, die mit der Dampfmaschine konkurriren könnten, erschien

nicht als unberechtigt. Bekanntlich hatte der deutsche Bundestag sogar einen Preis ausgeschrieben für den, der die erste brauchbare elektrische Lokomotive herstellen würde. Es haben sich namentlich Professor Jacobi in Petersburg und Page in Amerika sehr eingehend mit der Sache beschäftigt. Ersterer ist auch mit einem durch Elektricität getriebenen Boote auf der Newa spazieren gefahren; er erklärte jedoch am Schlusse seiner Versuche selbst, dass die Elektricität zur Leistung von schwerer Arbeit nicht brauchbar wäre, weil dieselbe zu kostspielig würde, und weil viele andere, ihm unüberwindlich scheinende, technische Schwierigkeiten der Lösung der Aufgabe entgegenträten.

Dass die Arbeitskraft des Stromes der galvanischen Batterie unverhältnissmässig kostspielig werden muss, ergiebt sich schon aus der Betrachtung, dass bei der galvanischen Säule Zink in oxydirenden Säuren verbrannt wird. Das ist aber ein unverhältnissmässig theureres Brennmaterial, als Kohle, die im Sauerstoff der atmosphärischen Luft verbrennt! Dazu kommt noch, dass die galvanische Kette aus Metallen und Flüssigkeiten besteht, dass der galvanische Leitungswiderstand der Flüssigkeiten aber ein ausserordentlich grosser ist. Galvanische Batterien müssen daher mächtige Dimensionen erhalten, wenn sie geringen Leitungswiderstand haben sollen. Geringer Widerstand des Leitungskreises ist aber für die Wirksamkeit elektrischer Kraftmaschinen ein unbedingtes Erforderniss; denn anderenfalls wird die Elektricität im Leitungsdrahte grösstentheils in Wärme umgewandelt und nicht in Arbeit.

Eine andere Quelle elektrischer Ströme ist die Thermo-Elektricität. Diese von Seebeck in Berlin entdeckte elektrische Kraft wird vielfach zur Erzeugung schwacher Ströme angewandt, die zur Messung sehr kleiner Temperaturunterschiede und zu ähnlichen Zwecken dienen. In neuerer Zeit hat man versucht, Thermosäulen in grossem Maassstabe zu bauen und hat in der That sehr ansehnliche Ströme durch dieselben erzeugt. Indessen sind die Metalle, die gute Thermo-Elemente bilden, leider auch sehr schlechte Leiter für die Elektricität, und daher haben auch die Thermoketten grossen Leitungswiderstand, wenn sie nicht sehr grossen Querschnitt bekommen. In diesem Falle wird aber auch die Wärme von den erwärmten Löthstellen schnell zu den kalten fortgeführt, und es entsteht ein grosser Wärmeverlust. Ausserdem haben sich grössere, für starke Ströme eingerichtete Thermoketten bisher nicht als konstant erwiesen.

Die dritte Methode, elektrische Ströme zu erzeugen, besteht in der Anwendung der von Faraday entdeckten Induktion. Es sei mir gestattet, zum besseren Verständniss des Folgenden einige Worte über das Wesen der Induktion zu sagen.

Denken Sie sich zwei in sich geschlossene Leitungskreise, z. B. zwei Drähte, deren Anfang und Ende mit einander verbunden sind, von denen der eine von einem elektrischen Strome andauernd durch-

laufen wird. Nähert man nun zwei parallele Theile dieser Strombahnen einander, so entsteht in dem stromlosen Leiter während der Annäherung ein Strom, welcher dem im anderen vorhandenen Strome entgegengesetzt gerichtet ist und der so lange andauert als die annähernde Bewegung. Entfernt man die Strombahnen wieder von einander, so entsteht im stromlosen Leiter ein gleich starker Strom, aber von entgegengesetzter, also dem vorhandenen primären Strome gleicher Richtung. Ein gleicher Vorgang findet statt, wenn man zwei parallele Theile desselben von einem Strome dauernd durchflossenen Leiters einander nähert oder von einander entfernt. Im ersteren Falle findet mithin eine Verstärkung, im zweiten eine Schwächung des Stromes statt. Da nun gleichgerichtete Ströme, wie Ampère entdeckte, sich anziehen, während entgegengesetzte sich abstossen, so kann man aus zwei solchen beweglichen Theilen einer Strombahn eine sich selbständig fortbewegende elektromagnetische oder hier besser elektrodynamische Maschine bilden, wenn man im Augenblicke der grössten Annäherung und der grössten Entfernung durch einen geeigneten Mechanismus, einen Kommutator, die Enden des einen der beweglichen Theile der Strombahn mit einander verwechselt, also auch die Richtung des ihn durchlaufenden Stromes umkehrt. Dann wird sowohl bei der Annäherung als bei der Entfernung der Strombahnen eine Arbeit im gleichen Sinne vom elektrischen Strome geleistet, es findet aber auch in beiden Fällen eine ihr entsprechende Schwächung des vorhandenen Stromes statt. Dieselbe Erscheinung findet im verstärkten Maasse statt, wenn man die beiden Theile der Strombahn um Eisenkerne wickelt und die Pole der so gebildeten Elektromagnete sich einander anziehend nähern oder abstossend von einander entfernen lässt. Eine solche elektromagnetische Maschine bewegt sich und leistet Arbeit, bewirkt aber gleichzeitig eine ihre Leistung vermindernde Schwächung des wirksamen Stromes, der die Windungen des Elektromagnetes durchströmt. Dasselbe findet statt, wenn man anstatt des vom dauernden, nicht kommutirten Strome umströmten Elektromagnetes Stahlmagnete verwendet. Auch bei solchen Maschinen findet eine der geleisteten Arbeit äquivalente Verminderung des den beweglichen Elektromagnet durchlaufenden elektrischen Stromes statt. Dreht man nun durch anderweitige Kräfte eine solche elektromagnetische Maschine mit Stahlmagneten anstatt feststehender Elektromagnete, in deren Windungen kein Strom cirkulirt, in entgegengesetzter Richtung, wie die, in der sie durch einen elektrischen Strom bewegt wird, so kehrt sich auch die Richtung der inducirten Ströme um; man erhält mithin in dem Umwindungsdrahte eine Reihe von kurzen inducirten Strömen gleicher Richtung, die aber derjenigen entgegengesetzt ist, welche ein Strom haben müsste, der die Maschine selbst in Bewegung setzen sollte. Derartige sogenannte magneto-elektrische Stromerzeuger sind, bald nachdem Faraday die Induktion entdeckt hatte, von

Pixii, Clarke, Stöhrer und Anderen konstruirt und vielfach benutzt. Sie sind später durch die Alliance Co., durch mich selbst und durch Wilde noch weiter verbessert, so dass sie selbst Ströme von solcher Stärke lieferten, dass dieselben zur Erzeugung elektrischen Lichtes verwendet werden konnten. Diese magneto-elektrischen Stromerzeuger leiden jedoch an wesentlichen Mängeln, die sie zur sicheren Erzeugung sehr starker Ströme nicht geeignet machen. Einmal ist der Stahlmagnetismus sehr viel schwächer als der Magnetismus, den Elektromagnete gleicher Grösse annehmen können; ferner nimmt der Stahlmagnetismus in viel geringerem Maasse zu, als die Masse des verwendeten Stahles, und endlich ist der Stahlmagnetismus, namentlich in grossen und kräftigen Magneten, wenig konstant und verliert sich mit der Zeit zum grössten Theile. Endlich bedingt die grosse Stahlmasse, die zu kräftigen magneto-elektrischen Stromerzeugern verwendet werden muss, ein grosses Volumen der Maschine und mithin auch grosse oder eine grosse Zahl von Elektromagneten, die wiederum eine grosse Länge des Umwindungsdrahtes, also auch viel inneren Leitungswiderstand der Maschine bedingen. Dies bewirkt aber, dass ein grosser Theil der Energie des Stromes in Wärme anstatt in Arbeit umgewandelt wird. Aus allen diesen Gründen ist die magneto-elektrische Maschine weder zur Leistung von grösserer Arbeit, noch zur Erzeugung starker Ströme geeignet.

Dies war die Sachlage, als ich im Jahre 1866 auf den Gedanken kam, dass eine elektromagnetische Maschine, in umgekehrter Richtung von der, in der sie durch einen sie durchlaufenden Strom bewegt wird, gedreht, eine Verstärkung dieses Stromes bewirken müsse. Der Gedanke lag eigentlich sehr nahe, da schon Jacobi den Nachweis geführt hatte, dass bei jeder durch den Strom bewegten elektromagnetischen Maschine ein Gegenstrom entstehen müsse, der den wirkenden Strom schwächt, und da, wie oben erörtert, die umgekehrte Bewegung die Richtung dieses schwächeren inducirten Stromes umkehren muss. In der That bestätigte sich nicht nur meine Voraussetzung, sondern es stellte sich auch heraus, dass der auch im weichsten Eisen zurückbleibende Magnetismus schon ausreicht, um den Verstärkungsprozess des durch ihn erzeugten äusserst schwachen Stromes einzuleiten. Schon nach wenigen schnellen Umdrehungen ist bei einer passend eingerichteten dynamo-elektrischen Maschine der ihre Windung durchlaufende Strom so stark geworden, dass man die Drehungsgeschwindigkeit mässigen oder äussere Widerstände oder Gegenkräfte einschalten muss, um die Zerstörung der Maschine durch Ueberhitzung zu verhüten.

Ich habe in meiner Mittheilung über diese neue Stromerzeugungsmethode an die hiesige Akademie der Wissenschaften am 17. Januar 1867 für sie den Namen dynamo-elektrische oder Dynamo-Maschine vorgeschlagen, um dadurch anzudeuten, dass bei ihr nicht, wie bei der

magneto-elektrischen, vorhandener permanenter Magnetismus zur Stromerzeugung benutzt wird, sondern dass von ihr Arbeitskraft direkt in elektrischen Strom umgewandelt wird, wobei der erzeugte Magnetismus nur gleichsam als Zwischenprodukt auftritt.

Schon nach den ersten erfolgreichen Resultaten erkannte ich und sprach es in meiner Mittheilung an die Akademie auch aus, dass durch diese neue Stromquelle der Anwendung des elektrischen Stromes neue weite technische Gebiete erschlossen würden. In der That befähigt uns das dynamo-elektrische Princip, Maschinen in verhältnissmässig kleinen Dimensionen herzustellen, welche durch aufgewendete Arbeitskraft Ströme jeder Stärke zu erzeugen und direkt technisch zu verwenden oder durch analoge Maschinen wieder in Arbeitskraft umzuwandeln gestatten.

Eine dynamo-elektrische Maschine ist hiernach nichts weiter als eine richtig konstruirte, umgekehrt — d. h. gegen die Richtung, in welcher sie sich durch einen hindurchgeleiteten Strom von selber bewegt — gedrehte elektromagnetische Maschine.

Die grossen Pläne, die ich schon damals auf dies neugeborene Kind — wie man es in der ersten Freude zu thun pflegt — baute, waren aber noch nicht lebensfähig. Ich dachte unter Anderem damals auch schon an elektrische Bahnen durch Berlin, um den Verkehr auf den Strassen zu vermindern. Die dynamo-elektrische Maschine war aber noch nicht fertig und hatte ihre Kinderkrankheiten noch erst zu überstehen. Als eine solche stellte sich eine neue Erscheinung, die Erhitzung des Eisens bei schnellem Wechsel der magnetischen Polarität, heraus. Die Moleküle des Eisens wollten sich nicht schnell genug drehen, und es bedurfte dazu aufzuwendender innerer Arbeit, die als Erhitzung des Eisens auftrat. Die kräftigen Maschinen, die ich zur Erzeugung elektrischen Lichtes anfertigen liess, mussten aus diesem Grunde stets mit Wasser gekühlt werden, weil sonst die Magnete und Drähte zu heiss wurden.

Da kamen nun zwei Erfindungen zu Hülfe, welche die Sache bedeutend gefördert haben. Einmal erfand ein italienischer Gelehrter P a c i n o t t i den nach ihm benannten Pacinotti'schen Ring. Es ist dies ein umwickelter Eisenring, oder mit anderen Worten ein zu einem geschlossenen Ringe gebogener, mit isolirtem Draht umwickelter Eisenstab. Wenn man einen solchen Ring in der Weise zwischen die Pole eines Elektromagnetes bringt, dass die Ebene des Ringes zwischen den konkaven Polflächen liegt, und ihn dann um seine Axe dreht, so entstehen in den Windungen der beiden Ringhälften konstante Ströme, die sich gegenseitig aufheben, wenn keine Ableitung vorhanden ist. Wird jedoch eine solche Ableitung durch Schleiffedern, die senkrecht auf der Verbindungslinie der Pole einander gegenüberstehen und nach einander mit den Abtheilungen des in sich geschlossenen Umwindungs-

drahtes in leitende Berührung kommen, hergestellt, so kombiniren sich die Ströme der beiden Ringhälften zu einem einzigen konstanten Strome, der die Ableitung oder den Nebenschluss durchläuft.

Durch diesen Pacinotti'schen Ring hatten wir das Mittel gewonnen, einen inducirten Strom zu erzeugen ohne Polwechsel im Eisen, konnten mithin die Erhitzung desselben beseitigen.

Gramme in Paris hatte das grosse Verdienst, zuerst mein dynamo-elektrisches Princip auf den Pacinotti'schen Ring angewendet und dadurch zuerst einen praktisch brauchbaren Stromerzeuger für starke Ströme hergestellt zu haben. Einem der Oberingenieure meiner Firma, Herrn v. Hefner-Alteneck, gelang es bald darauf, diese Aufgabe auf eine wesentlich verschiedene und noch weit vortheilhaftere Weise zu lösen. Um dies verständlich zu machen, muss ich erst sagen, dass die im Inneren des Pacinotti'schen Ringes liegenden Theile des Umwindungsdrahtes eigentlich keiner Induktionswirkung unterliegen; es ist mithin so ziemlich die Hälfte des Drahtes beim Pacinotti'schen Ringe für die eigentliche Wirkung verloren. v. Hefner-Alteneck hat nun statt des Ringes einen vollen Cylinder angewendet und diesen nur ausserhalb, parallel der Axe, mit isolirtem Draht umwickelt. Durch eine sinnreiche Stromschaltung hat er bewirkt, dass, wenn der Cylinder sich zwischen den Polen eines Magnetes um seine Axe dreht, gleichgerichtete Ströme wie bei der Gramme'schen Maschine in der die Schleifkontakte verbindenden Leitung entstehen. Der Vortheil, der durch diese Konstruktion erzielt wird, ist klar; er besteht im Wesentlichen darin, dass bei ihr keine inneren Drähte vorhanden sind, die der Induktion nicht unterworfen sind. Die v. Hefner'sche Maschine hat daher geringeren inneren Widerstand bei gleicher elektromotorischer Kraft, was von wesentlicher Bedeutung ist und ihr namentlich für Kraftübertragung ein Uebergewicht über die Gramme'sche Maschine giebt.

Diese beiden Maschinen sind es nun, auf denen die Erweiterung des Gebietes der Elektrotechnik beruht. Es giebt zwar noch viele andere Konstruktionen dynamo-elektrischer Maschinen — in Amerika allein ist eine ganze Menge patentirt — es sind das aber alles nur Nachahmungen oder unwesentliche Modifikationen der obigen beiden, der Gramme'schen und der v. Hefner'schen Maschine.

Die ausgedehnteste Anwendung, welche die dynamo-elektrische Maschine bisher in der Elektrotechnik gefunden hat, ist die zur Erzeugung elektrischen Lichtes. Diese wird wahrscheinlich in einer der nächsten Sitzungen des Vereins ausführlicher besprochen werden. Ich will mich hier daher auf die Kraftübertragung beschränken, und zwar speciell auf die Kraftübertragung in ihrer Anwendung auf die Beförderung von Lasten mit Hülfe der Elektricität.

Wie ich Ihnen schon auseinandergesetzt habe, ist die dynamo-elektrische Maschine nichts als eine passend eingerichtete, rückwärts

gedrehte elektromagnetische. Wenn Sie also den Strom einer dynamo-elektrischen Maschine durch die Windungen einer ganz ähnlichen gehen lassen, dann muss sich diese drehen, und zwar muss sie sich in umgekehrter Richtung drehen wie die erstere. Es fragt sich nun, welche Kräfte dabei auftreten und welche Wirkungen erfolgen. Die getriebene dynamo-elektrische Maschine tritt jetzt als elektro-magnetische auf und hat die Eigenschaft aller elektro-magnetischen Maschinen, einen Gegenstrom zu erzeugen, der die Tendenz hat, den Strom der stromerzeugenden Maschine zu schwächen.

Nehmen wir nun an, wir hätten zwei ganz gleiche, widerstandslose, dynamo-elektrische Maschinen miteinander verbunden und wir drehten die eine in der zur Stromerzeugung erforderlichen Richtung, dann würde die andere in entgegengesetzter Richtung rotiren. Da sie keinen Widerstand zu überwinden hat, müsste sich ihre Umdrehungsgeschwindigkeit so lange vergrössern, bis der Gegenstrom, den sie erzeugt, gerade so stark wäre, als der Strom der Maschine, der sie in Bewegung setzt. Dann würde Gleichgewicht eintreten, es würde kein Strom mehr durch die Leitung gehen, aber es würde auch weder von der einen, noch von der anderen Maschine Arbeit verbraucht oder geleistet werden. Wenn Sie aber nun die getriebene Maschine belasten, so vermindern Sie dadurch zunächst ihre Geschwindigkeit; sowie sich die Geschwindigkeit vermindert, vermindert sich auch sogleich der von ihr erzeugte Gegenstrom; die Leitung und die Maschinen müssen mithin jetzt von einem Strom durchlaufen werden, welcher der Differenz der Rotationsgeschwindigkeiten beider Maschinen entspricht.

Dieser Ueberschuss des Stromes der stromerzeugenden Maschine verursacht, dass sie der Drehung Widerstand leistet, also Arbeit konsumirt, dass dagegen die getriebene Maschine eine der Stromstärke und der Drehungsgeschwindigkeit entsprechende Arbeit leistet.

Ich habe über diese Dinge an einer anderen Stelle Berechnungen publicirt; es würde hier zu weit führen, diese zu entwickeln. Sie sehen aber schon aus der obigen Theorie, dass, je schneller die beiden Maschinen laufen, desto grösser die Arbeit wird, die ein Strom von einer gewissen Stärke, der durch die Leitung geht, ausübt, und desto grösser anderentheils natürlich auch die Arbeitskraft wird, die dazu nöthig ist, um den Strom zu erzeugen. Man kann daher die durch zwei Maschinen zu übertragende Arbeitskraft durch Vergrösserung der Rotationsgeschwindigkeit fast unbegrenzt vermehren, wenigstens bis zu der Geschwindigkeitsgrenze, die noch praktisch zulässig ist. Es folgt auch aus dieser Betrachtung, dass eine bestimmte Arbeit bei grösserer Geschwindigkeit durch einen schwächeren Strom, mithin durch eine geringere Geschwindigkeitsdifferenz beider Maschinen zu erzielen ist. Da nun der Arbeitsverlust bei der Kraftübertragung, abgesehen von der Reibung und dem Stromverlust durch Erwärmung der Leitung,

durch die Geschwindigkeitsdifferenz auszudrücken ist, so folgt hieraus auch, dass die Arbeit um so vollständiger übertragen wird, je grösser die Rotationsgeschwindigkeit der Maschine ist. Die Frage, wie gross der Kraftverlust bei der elektrischen Kraftübertragung ist, kann daher nicht positiv beantwortet werden. Er ist um so kleiner, je kräftiger die Maschinen sind und je grösser ihre Rotationsgeschwindigkeit ist. Stellt man die Frage aber so: bei welcher Geschwindigkeitsdifferenz der getriebenen Maschine ist die übertragene Arbeit bei konstanter Geschwindigkeit des Stromerzeugers ein Maximum? so ergiebt die Rechnung, dass dies bei vollkommenen dynamo-elektrischen Maschinen bei $^1/_3$ der Umdrehungsgeschwindigkeit der getriebenen der Fall sein würde. Unter einer vollkommenen dynamo-elektrischen Maschine verstehe ich hier eine solche, bei welcher die Eisenmassen so gross sind, dass der Magnetismus noch proportional der Stromstärke in den Umwindungsdrähten zunimmt, und bei welcher keine anderweitigen Störungen auftreten. Unter dieser Voraussetzung müsste die Arbeit einer Dynamo-Maschine mit den dritten Potenzen der Drehungsgeschwindigkeit zunehmen. Es ergiebt sich dies aus der Betrachtung, dass der bei der Drehung zu überwindende Widerstand der Stärke des Magnetismus und der Geschwindigkeit, mit welcher die Stromleiter an den Polen vorübergeführt werden, proportional sein muss. Da nun auch die Stärke des inducirten Stromes dieser Geschwindigkeit proportional ist und nach obiger Annahme die Stärke des durch den Strom erzeugten Magnetismus der Stromstärke mithin ebenfalls der Geschwindigkeit proportional ist, so ist der bei der Drehung zu überwindende Widerstand dem Quadrat der Drehungsgeschwindigkeit proportional. Die Arbeit, welche die Ueberwindung dieses Widerstandes kostet, ist nun aber ihrerseits dem Produkt aus Widerstand in die Geschwindigkeit, in der er überwunden werden muss, gleich. Es müsste danach die Arbeit, welche die Drehung einer einzelnen, in sich geschlossenen Dynamo-Maschine kostet, der dritten Potenz der Umdrehungsgeschwindigkeit proportional sein.

Die Versuche lehren nun aber, dass dem nicht so ist; das Anwachsen der Arbeitskraft geht weit langsamer vor sich. Dafür giebt es verschiedene Gründe. Einmal vergrössert sich der Widerstand der Schleifkontakte wegen der Rauhheit der Flächen mit wachsender Geschwindigkeit. Dann ist die Stellung des Kommutators von grossem Einfluss. Ist der die Windungen durchlaufende Strom stark, dann sind zwei Kräfte da, welche die Lage der Magnetpole bedingen. Die eine ist der Magnetismus des feststehenden Elektromagnetes, die zweite die magnetisirende Kraft der Windungen, die bestrebt ist, die magnetische Axe senkrecht auf ihre Ebene zu stellen. Es resultirt hieraus eine Verschiebung der Lage der Magnetpole in der Richtung der Drehung, oder mit anderen Worten: ich muss die Gleitstellen nicht senkrecht zur Verbindungslinie der Pole des feststehenden Magnetes legen, son-

dern ich muss sie in der Richtung der Bewegung verschieben. Den gleichen Einfluss hat die Geschwindigkeit der Drehung an sich. Diese hat sogar einen merkwürdig starken Einfluss, der darauf hindeutet, dass die Geschwindigkeit, mit der der Magnetismus im Eisen sich fortbewegt, nicht unbegrenzt ist.

Diese Ursachen, zu denen vielleicht noch andere bisher nicht erkannte kommen, bewirken nun, wie die Versuche lehren, dass das Anwachsen der Arbeitskraft, welche die Drehung erfordert, nicht mit den dritten Potenzen der Drehungsgeschwindigkeiten wächst, sondern in einem wesentlich geringeren Grade. Würde die erstere Annahme richtig sein, dann müsste, wie schon gesagt, eine dynamo-elektrische Maschine, die eine elektromagnetische treibt, in dieser eine Arbeitskraft erzeugen, die am grössten wäre, wenn die Geschwindigkeit der getriebenen auf ein Drittel reducirt würde. Bei der magneto-elektrischen Maschine zeigt dieselbe Rechnung, dass das Maximum der Arbeit bei der Verzögerung auf die halbe Geschwindigkeit eintritt, — wohlverstanden das Maximum der Arbeit, die eine Maschine von einer bestimmten Grösse leisten kann, n i c h t das Maximum der Uebertragungsfähigkeit von Arbeit, die bei der kleinsten Verminderung der Geschwindigkeit liegt.

Aus den zahlreichen Versuchen, die wir in neuerer Zeit über Kraftübertragung angestellt haben, ergiebt sich, dass bei mässiger Umdrehungsgeschwindigkeit etwa 45 bis 50 Prozent der Arbeitskraft als nutzbare Arbeit übertragen werden. Bei schnellerer Rotation ist diese Nutzarbeit bis auf 60 Prozent der aufgewendeten Arbeit gestiegen; also von 100 Pferdekraft, mit der die stromerzeugende Dynamo-Maschine getrieben würde, würden 60 Pferdekraft von der elektromagnetischen Maschine wieder hergegeben werden können.

Meiner Ansicht nach ist die Frage, wie viel Prozente der Arbeitskraft man elektrisch in maximo übertragen kann, damit aber noch nicht abgeschlossen; es ist das nur eine Frage der Konstruktion und der Geschwindigkeit. Grosse Maschinen, in grosser Geschwindigkeit bewegt, werden immer einen höheren Nutzeffekt geben, als kleinere Maschinen und geringere Geschwindigkeit, und ich rechne ziemlich fest darauf, dass man auf 70 Prozent und vielleicht noch höhere Prozentsätze der Kraftübertragung gelangen wird.

Jedenfalls ist die von einem französischen Gelehrten aufgestellte Rechnung, dass 50 Prozent das Maximum wäre, was theoretisch übertragen werden könnte, falsch. Das beweisen schon die hier vorliegenden Versuchstabellen.

Wenn man nun sagt: ja, 50 Prozent Verlust ist doch immer noch sehr viel, so kann ich das nur bedingt zugeben. Berücksichtigt man, dass der Krafterzeuger, also der arbeitende Motor, hier feststeht und so schwer und so gross gemacht werden kann, wie es vortheilhaft erscheint, dass er also mit so guten Kesseln und so guter Heizung ver-

sehen werden kann, wie es erforderlich ist, um den grössten Nutzeffekt vom Brennmaterial zu erzielen, dass dies aber bei kleineren Maschinen und namentlich bei Lokomotiven nicht möglich ist, so ergiebt sich, dass ein elektrischer Betrieb schon mit 50 Prozent Arbeitsverlust nicht weniger ökonomisch ist als der Lokomotivbetrieb. Die Heizungskosten einer Lokomotive sind, wie mir von verschiedenen Sachverständigen versichert worden ist, immer mindestens doppelt so gross, als die einer guten, grossen, stehenden Dampfmaschine mit grosser Expansion und guten Kesseln. Ich sehe, mein Freund Schwartzkopff schüttelt den Kopf, es ist möglich, dass ich etwas zu weit in dieser Annahme gegangen bin, aber sehr gross wird mein Irrthum wohl nicht sein.

Nimmt man dies aber als richtig an, dann würde die elektrische Uebertragung von einer grossen feststehenden Maschine schon bei 50 Prozent Nutzeffekt nicht mehr Heizkosten verursachen, wie eine Dampflokomotive auf Schienen bei gleicher Arbeitsleistung. Indessen darauf kommt es meiner Ansicht nach gar nicht einmal so sehr an. Auf den grossen Verkehrsadern, auf die unser ganzes Leben jetzt zugeschnitten ist, auf den grossen Eisenbahnen, wird die Elektricität der Dampflokomotive keine Konkurrenz machen, ebenso wenig wie das elektrische Licht meiner Ansicht nach je das Gas vollständig verdrängen wird, trotz aller amerikanischen Reklamen. Die Elektricität ist ganz bescheiden, sowohl bei der Beleuchtung, wie bei der Kraftübertragung; sie will nicht verdrängen und absetzen, sondern sie will nur diejenigen Gebiete an sich nehmen, die von den anderen vorhandenen, bewährten Einrichtungen schlecht bedient werden. Elektrisch wird man z. B. grosse Räume erleuchten, deren Luft nicht durch eine Masse Gasflammen erhitzt und verdorben werden soll. Denn jede Gasflamme macht beinahe so viel Hitze und verdirbt so viel Luft wie ein Dutzend Personen. Und so giebt es Fälle in Menge, wo das elektrische Licht ausgezeichnete Dienste leisten wird, die das Gas nicht leisten kann.

Die elektrische Kraftübertragung soll auch nur in solchen Fällen eintreten, wo mechanische Uebertragung nicht gut verwendbar ist und wo die Dampflokomotive nicht am Platze ist, oder das Verlangte nicht leisten kann. So ist es z. B. für den Eisenbahnbau von grosser Wichtigkeit, mit den Zügen grössere Steigungen überwinden zu können wie bisher. Es könnten dann sehr kostspielige lange Tunnels ganz vermieden oder abgekürzt werden. Mit der Verstärkung der Lokomotiven scheint die äusserste Grenze erreicht zu sein, da die Adhäsion der Räder begrenzt ist und auch das Gewicht der Lokomotiven eine gewisse Grenze nicht übersteigen darf, da sonst die Hebung der eigenen Last den grössten Theil ihrer Leistung bildet. Auch die Vergrösserung der Anzahl der Lokomotiven kann aus diesem Grunde nicht helfen. Hier

würde nun die Elektricität wirksame Dienste leisten können, da es mit ihrer Hülfe thunlich ist, die Zugkraft auf beliebig viele Axen des Zuges selbst zu vertheilen.

Doch nicht allein bei der Ersteigung, sondern auch für die Bremsung beim Niedergange des Zuges würde die Elektricität kräftig mitwirken können, da die Dynamo-Maschine gleich gute Dienste sowohl zur Arbeitsleistung als zur Arbeitsvernichtung leistet.

Der zweite Punkt ist die Anwendung dieser Maschinen bei kleinen Bahnen auf Arbeitsplätzen in Bergwerken, in Tunnels, in der Tiefe von Schächten, wobei die Motoren draussen über Tage stehen und die Arbeitszüge in der Tiefe laufen. Hier wird in Zukunft die elektrische Beförderungskraft von wesentlicher Bedeutung sein.

Eine dritte Anwendung ist der Betrieb elektrischer Hochbahnen. Wir wissen ja, dass man in Amerika jetzt die elevated railroad oder Säulenbahn in grossen Städten vielfach baut; namentlich in New-York ist sie schon in bedeutender Ausdehnung vorhanden. Als ich im Jahre 1867, während der Pariser Ausstellung, einem höheren Eisenbahn-Fachmann meinen Plan mittheilte, Eisenbahnen auf freistehenden eisernen Säulen durch die Strassen Berlins zu bauen und dieselben elektrisch zu betreiben, da erschien ihm derselbe mit Recht als eine kaum realisirbare Idee. Aber jetzt, nachdem die Amerikaner sie faktisch durchgeführt haben, seitdem dort sogar schwere Lokomotiven und volle Züge oben über die Säulen hinweglaufen und doch noch kein Unglücksfall dabei vorgekommen ist, kann man schon mit grösserem Vertrauen darauf eingehen. Meinerseits halte ich es für eine Grossstadt für eine absolute Nothwendigkeit, ausser den Strassenflächen für die Wagen und Fussgänger noch eine zweite Kommunikationsetage für den schnellen Verkehr zu haben. Sie sehen, wie mit dem steigenden Verkehr sich unsere belebteren Strassen schon jetzt täglich mehr verstopfen; es ist oft kaum mehr durchzukommen, und kein Konstabler kann das ändern. Wie soll das werden nach 10, 20, 50 Jahren! Die Statistik über die Zunahme des Verkehrs berechtigt uns mit der vollsten Bestimmtheit zu sagen, dass die Strassenfläche demselben schon in der nächsten Zeit nicht mehr genügen kann. Eine Abhülfe muss gefunden werden, wenn das auf wachsenden Verkehr sich gründende grossstädtische Leben nicht verkümmern und die weitere Entwickelung der Reichshauptstadt nicht vollständig gehemmt werden soll. Es muss also nothwendig für Berlin ein neues Kommunikationsnetz für schnellen Personen- und Güterverkehr geschaffen werden, welches den Strassenverkehr nicht hindert und durch ihn nicht gehindert wird. Dazu erhalten wir nun die Stadtbahn. Diese schliesst aber nur eine einzige, mitten durch Berlin gehende Linie auf. Die in der Nähe derselben Wohnenden haben zwar den Vortheil, nach zwei Richtungen hin fahren zu können; der Verkehr strebt aber nach allen Richtungen hin. Die Stadtbahn kann

dem Bedürfniss nach besseren Verkehrsmitteln daher in der That nur sehr einseitige und ungenügende Dienste leisten. Um ihm zu genügen, müsste ein Netz von ähnlichen Stadtbahnen über ganz Berlin gelegt werden, was kaum erschwingliche Kosten und gewaltige Umwälzungen verursachen und die Stadt selbst im höchsten Grade verunzieren würde.

Ungemein viel leichter würde derselbe Zweck zum grossen Theil erreicht werden, wenn von allen Stationen der Stadtbahn nach Süden und Norden hin elektrische Hochbahnen gebaut würden, die, ohne den Strassenverkehr zu hemmen, die Stadtbahn mit allen Theilen Berlins in Verbindung bringen würden. Dann wäre wirklich ganz Berlin durch sie aufgeschlossen.

Eine weitere sehr nützliche Anwendung der elektrischen Triebkraft würde noch die sein, auf grosse Entfernungen hin kleine verdeckte Bahnen zu bauen, die dasselbe für grosse Entfernungen thun sollen, was mit so grossem Vortheil die pneumatische Post im kleineren Rayon, also im Innern von Städten ausübt. Es ist jetzt, wie die Herren vom Eisenbahnfache mir Alle bezeugen werden, eine grosse Belastung für die Eisenbahnen, dass sie oft nur des Post- und namentlich des Briefverkehrs wegen so häufig und schnell fahren müssen. Andererseits ist es für den Briefverkehr, der doch immer die Basis allen Verkehrs ist, wieder von der grössten Bedeutung, möglichst schnelle Verbindungen zwischen allen Verkehrsplätzen des In- und Auslandes zu haben. Die Rohrpost erfüllt dies Bedürfniss für kleine Entfernungen, sie ist aber nur innerhalb sehr enger Grenzen anwendbar. Die elektrische Beförderung soll hier eintreten, um einen schnellen Briefverkehr, wie ihn die Rohrpost für kleine Entfernungen gewährt, auch für grosse Entfernungen zu ermöglichen.

Eine solche „Elektrische Post" ist in Fig. 166 schematisch dargestellt. Es ist angenommen, dass die kleine bedeckte Bahn auf dem Eisenbahndamme, von niedrigen eisernen Säulen s getragen, fortgeführt ist. Sind Wegeübergänge oder Stationen zu überschreiten, so geschieht dies entweder durch Senkung der Bahn in bedeckte Kanäle oder durch Steigung derselben bis zu der nöthigen Höhe. Auf den Säulen sind etwa $^1/_2$ m lange Holzschwellen H befestigt. Diese tragen die ebenfalls etwa $^1/_2$ m hohen Blechträger b_1, b_2, die gleichzeitig die Seitenwände der eisernen Bahnbedeckung bilden. Zwischen diesen Blechträgern sind in passender Entfernung von einander leichte Holzschwellen durch Winkeleisen befestigt, auf denen die leichten Schienen a_1, a_2 gelagert sind. Von diesen Schienen ist die eine häufig mit den Blechträgern, die oben mittelst einer stückweise abnehmbaren Blechdecke d verbunden sind, die andere mit sämmtlichen eisernen Säulen leitend verbunden. Auf den Schienen laufen kleine vierrädrige Wagen mit 30 cm hohen Rädern, deren Axen aus zwei von einander isolirten

Theilen bestehen. Die eine Axe wird durch den rotirenden Cylinder einer kleinen v. Hefner'schen Dynamo-Maschine gebildet; jeder Umdrehung dieses Cylinders entspricht daher eine Umdrehung der Wagenräder. Wird nun eine stehende, stromerzeugende Dynamo-Maschine an irgend einer Stelle der Bahn zwischen die beiden Schienen eingeschaltet, so bildet die eine Schiene nebst der Bahnbedeckung die eine isolirte Leitung, während die Erde vermittelst der eisernen Tragesäulen die Rückleitung bildet. Die leitende Verbindung der Schienen mit den Umwindungsdrähten der Triebmaschine wird durch die Räder hergestellt. Da der Widerstand bei einer Blechstärke der gleichzeitig als Bedeckung, als Träger und als Leiter des elektrischen Stromes dienenden Blechhülle der Bahn von 3 mm nur etwa 0,02 Quecksilber-Einheiten pro Kilo-

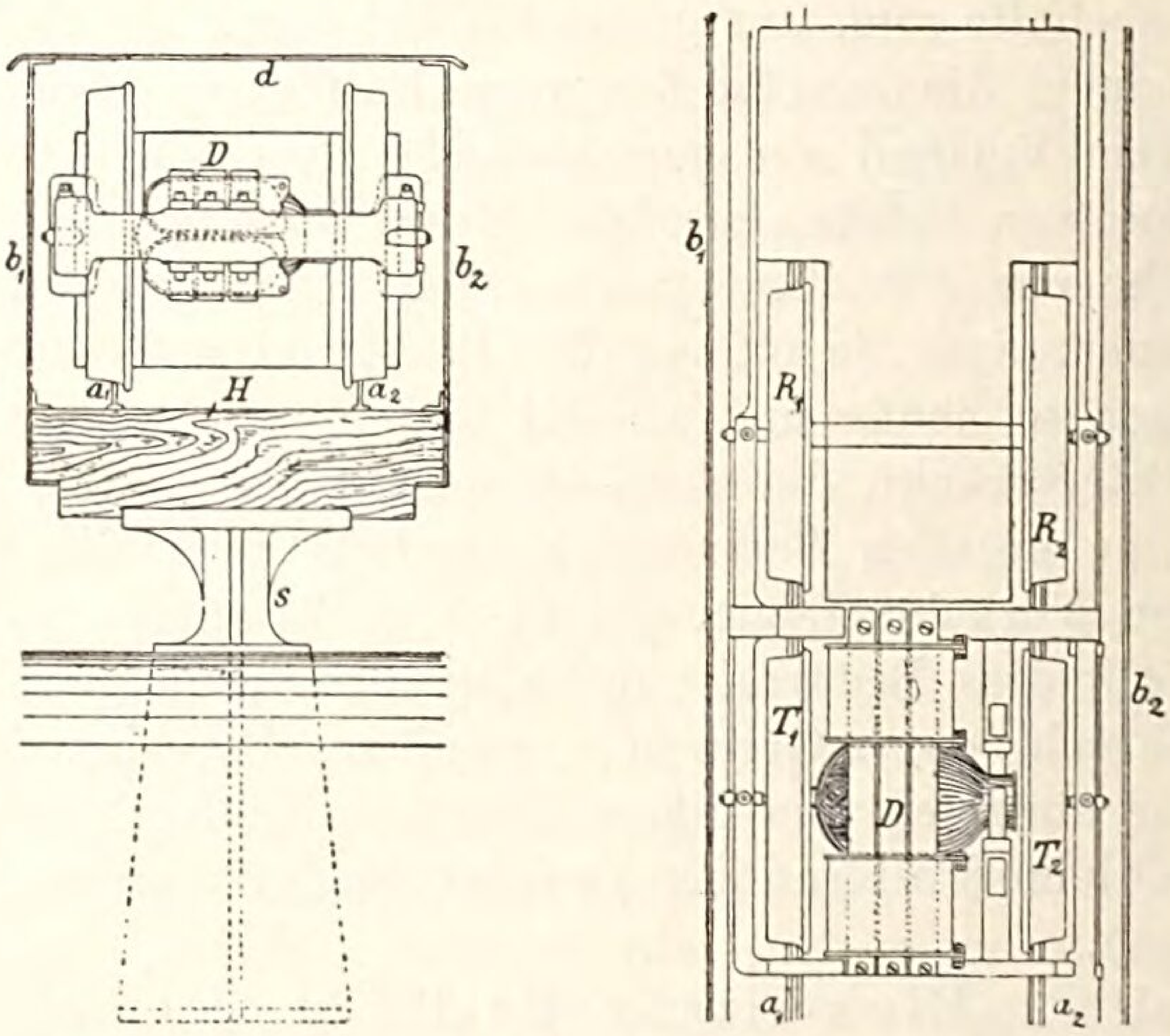


Fig. 166.

meter beträgt, so genügt es, alle 20 km eine stehende Dynamo-Maschine zur Stromerzeugung aufzustellen. Da die Wagen, welche die Briefbehälter bilden, sehr leicht sind und ihre Last ebenfalls nicht gross ist, so werden ihre Axen 800 bis 1000 Umdrehungen machen können, sie also die Strecke mit Eisenbahngeschwindigkeit durchlaufen. Sind die stehenden Dynamo-Maschinen wesentlich stärker wie die Triebmaschinen, so wird die Geschwindigkeit eines Wagens sich nicht merklich vermindern, wenn mehrere Wagen gleichzeitig auf der Bahn laufen. Es können also Briefwagen in kurzen Zeitintervallen nach einander abgelassen werden. Die Einrichtungen zum allmählichen Herabmindern der Geschwindigkeit und zum schliesslichen Anhalten der Wagen an der Empfangsstation sind leicht herzustellen und werden hier übergangen.

Die Kosten einer solchen Anlage werden wesentlich von den Eisenpreisen abhängen. Bei der augenblicklichen unnatürlichen Höhe derselben wird man sie in der projektirten Grösse kaum unter 18 000 Mark pro Kilometer herstellen können.

Indem ich diesen Vorschlag der öffentlichen Kritik unterbreite, will ich nur noch darauf aufmerksam machen, dass solche elektrische Postanlagen nicht an die Eisenbahnen gebunden sind, da einmal das Wesen der Dynamo-Maschine es ermöglicht, auch grosse Steigungen ohne eine ihnen entsprechende Verminderung der Geschwindigkeit zu überwinden, und da man das erforderliche Niveau der Bahn durch die Höhe der tragenden Säulen herbeiführen kann, ohne eines geebneten Terrains zu bedürfen. Die elektrische Post gestattet daher, auch Orte, die keine Eisenbahnverbindung haben, der Wohlthat des schnellen Briefverkehrs theilhaftig zu machen.

Wir kommen zur zweiten Einrichtung, das ist die von mir vorgeschlagene elektrische Hochbahn. Auf beifolgender Tafel, Fig. 167 bis 170, ist eine solche dargestellt. Die Säulen *S* aus Schmiedeeisen sind in etwa 10 m Entfernung von einander an der Strassenkante des Trottoirs, an der Stelle, wo die Strassenlaternen-Pfosten zu stehen pflegen, aufgestellt. Sie sind 4,5 m hoch, so dass bei Strassenübergängen auch die höchstbeladenen Wagen ungehindert unter den Blechträgern *T*, welche die Schienen tragen, passiren können. Diese Blechträger sind 40 cm hoch und lagern auf Schwellen *H* aus hartem Holze, die auf den Säulen befestigt sind. Auf den eisernen Längsträgern ruhen die niedrigen Schienen *s*. Ich übergehe hier die projektirten Sicherheitsvorrichtungen gegen seitliche Schwankungen, Temperaturausdehnungen des Eisens etc., die aus den Zeichnungen direkt ersichtlich sind und vielfach modificirt werden können. Von Wichtigkeit ist aber, dass die Längsträger mit den auf ihnen lagernden Schienen in keiner metallischen Verbindung stehen dürfen. Das Geleise ist 1 m breit angenommen. Auf ihm bewegen sich die in Fig. 171 und 172 in grösserem Maassstabe gezeichneten Personenwagen, die möglichst leicht für 15 Personen konstruirt sind. Bei diesen will ich nur hervorheben, dass jedes Rad besonders gelagert ist, und dass die Axenlager der Räder jeder Seite in leitender Verbindung mit einander stehen. Die beiden Triebräder *R* sind mit Riemenscheiben *r* versehen und erhalten durch diese ihre Triebkraft von der Dynamo-Maschine, die unter dem Boden des Wagens angebracht ist. Die Riemen können vom Inneren des Wagens aus nachgespannt werden. Die Polenden des Umwindungsdrahtes der treibenden Dynamo-Maschine stehen mit den stromleitenden Längsträgern und Schienen durch die Räder der rechten und linken Seite des Wagens in leitender Verbindung. Der elektrische Leitungswiderstand der Träger und Schienen ist etwa $^1/_{90}$ Einheit pro Kilometer, und es wird daher nur eine stehende

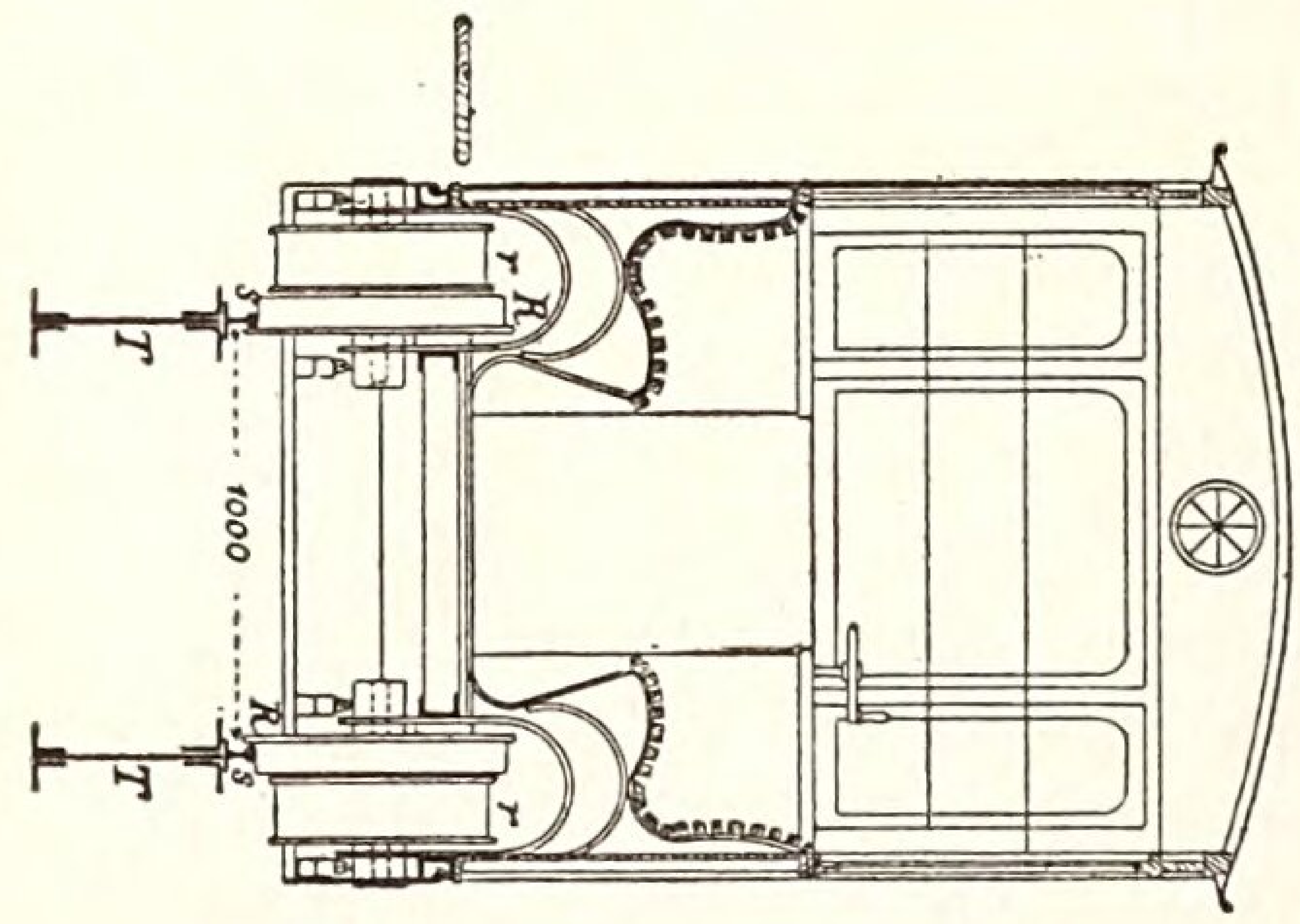


Fig. 172.

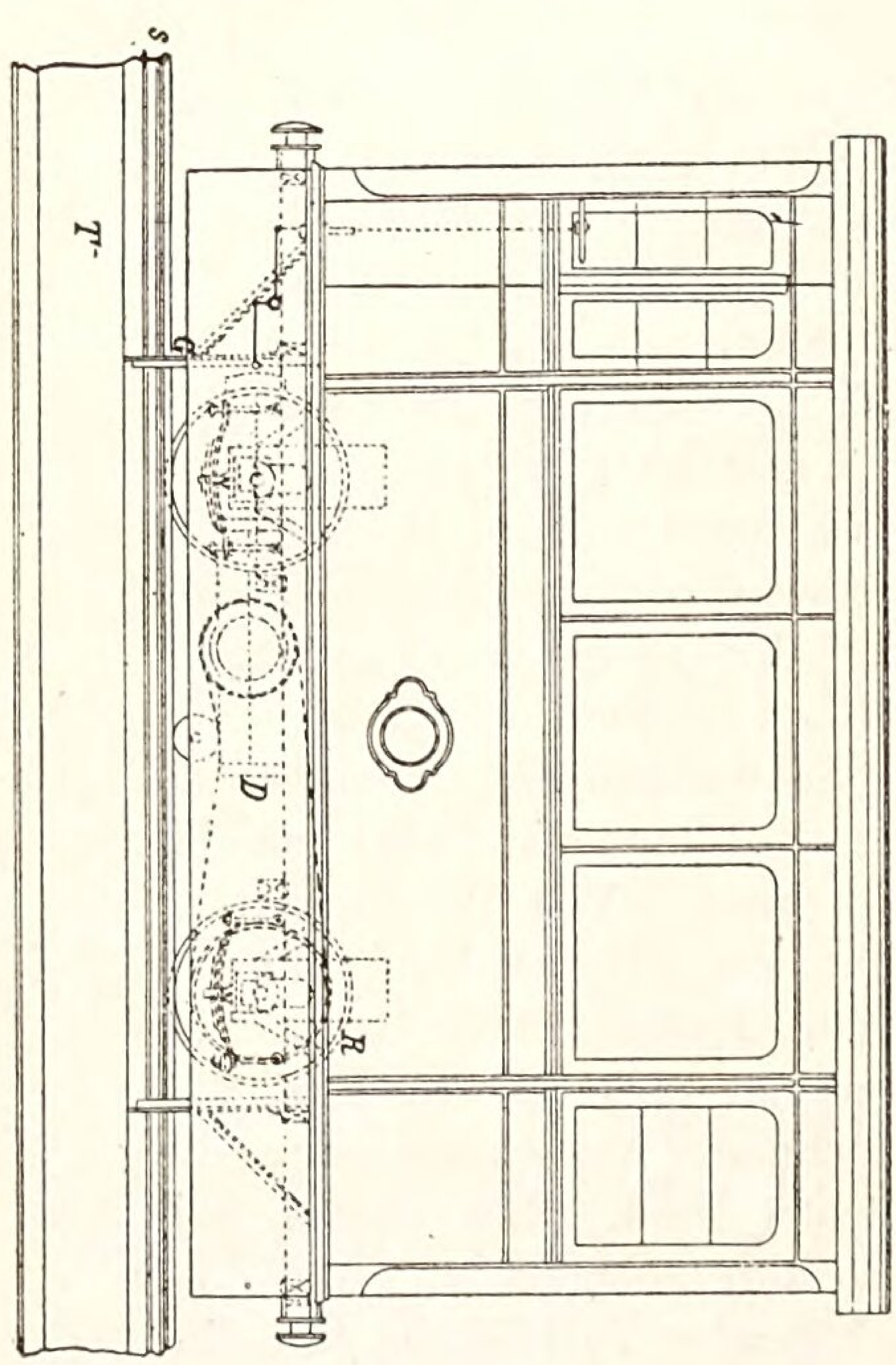


Fig. 171.

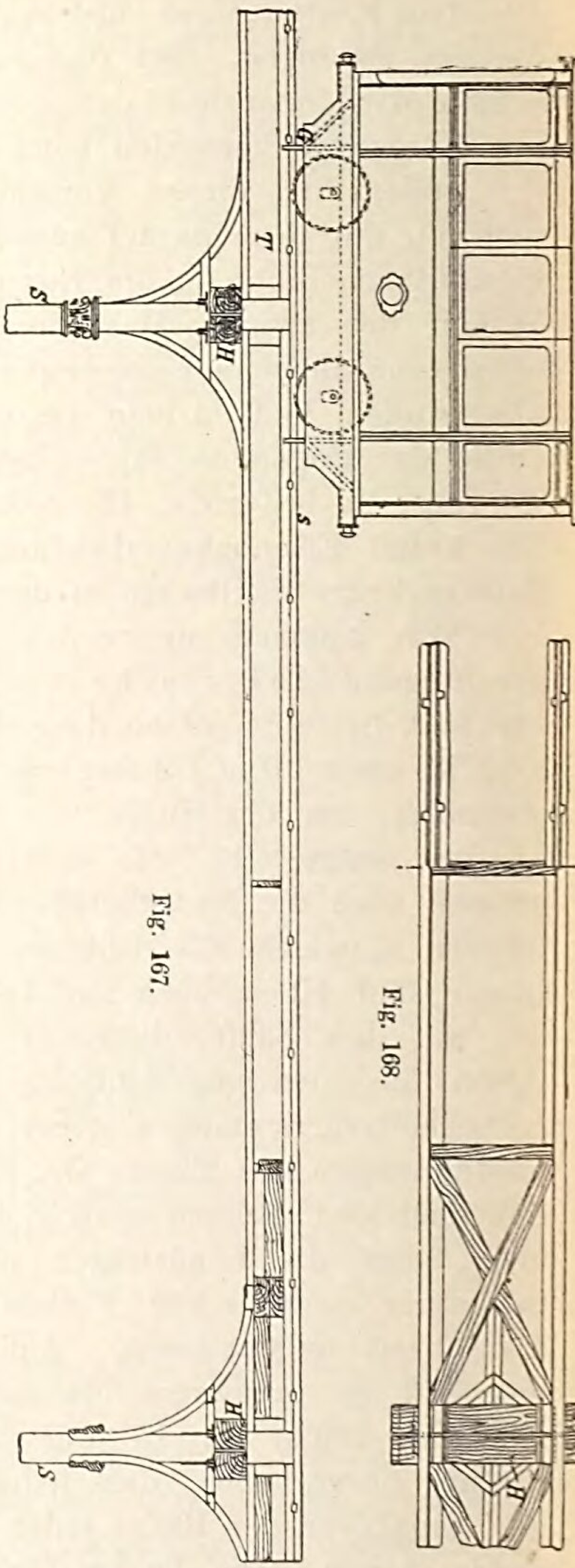


Fig. 167.

Fig. 168.

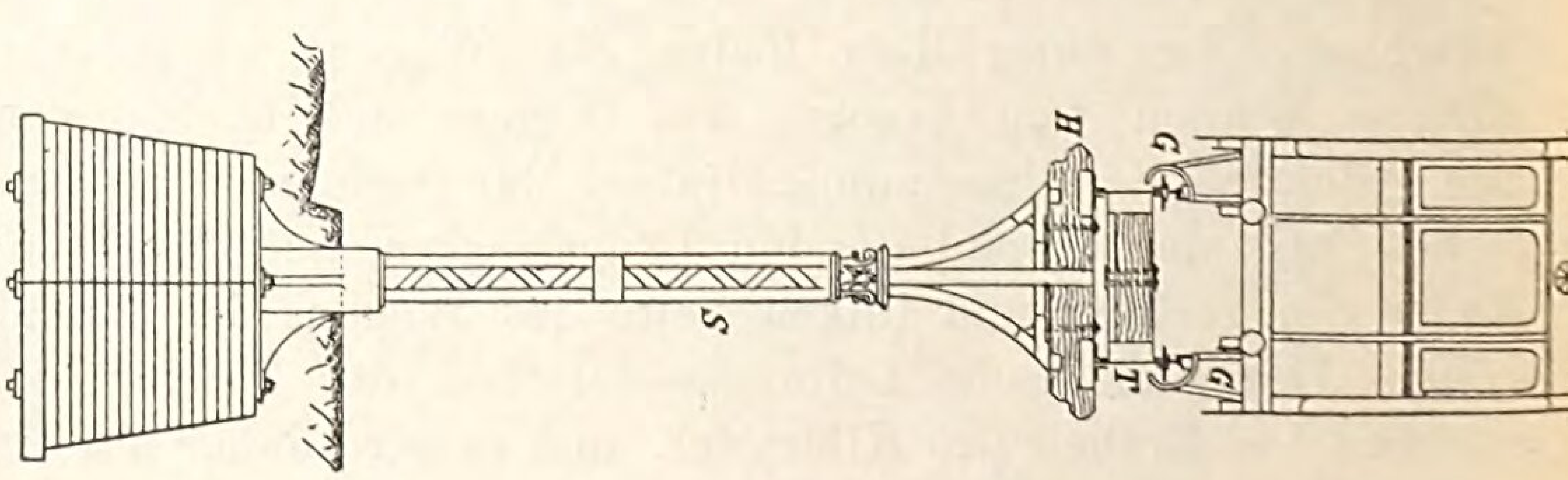


Fig. 170.

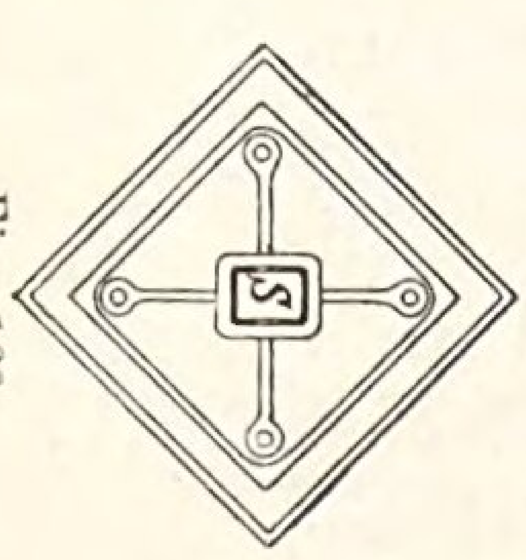


Fig. 169.

Maschine für eine ganz Berlin durchlaufende elektrische Hochbahn erforderlich sein. Es sind treibende Maschinen angenommen, die mit 5 Pferdekraft arbeiten und dem Wagen eine Geschwindigkeit von 30 bis 40 km geben. Die Bremsung geschieht durch Stromunterbrechung, gewöhnliche Bremsung kann aber auch durch Kurzschluss der Maschine des Wagens in sehr kurzer Zeit geschehen. Obschon man in Amerika die früheren Sicherheitseinrichtungen gegen Entgleisungen der Hochbahnwagen als unnöthig fortgelassen hat, ist hier doch eine Fangeinrichtung *G* (Fig. 170) projektirt, die auch bei eintretender Entgleisung das Herabfallen des Wagens von den Trägern *T* unmöglich macht. Es sind das starke eiserne Fangarme, welche die oberen Flansche der Träger umfassen. Der Preis einer solchen Hochbahn hängt ebenfalls wesentlich vom Eisenpreise ab. Obschon die Anlagekosten aber auch hoch sind (etwa 150 000 Mark pro Kilometer), so macht doch schon ein Verkehr von 5 Personen pro Wagen bei 12 Wagen in der Stunde die Anlage rentabel — eine Folge der äussert geringen Betriebskosten des elektrischen Betriebes. Ich übergehe die Einrichtungen der Perrons, der Kreuzungen u. s. w., um Ihre Zeit nicht zu lange in Anspruch zu nehmen, und will nur noch bemerken, dass bei der beschriebenen Einrichtung ebenso wie bei der elektrischen Post mehrere Wagen gleichzeitig auf dem Geleise sich bewegen können, ohne dass die Geschwindigkeit dadurch wesentlich vermindert wird.

Wenn auch nicht zu verkennen ist, dass derartige, die Strassen durchlaufende Hochbahnen für die Bewohner der Strassen, durch die sie gehen, manches Unangenehme mit sich führen, so werden diese Unannehmlichkeiten doch durch die Wohlthat des schnellen, die Strasse entlastenden Verkehrs auch für sie reichlich aufgewogen. Die Konstruktion der Bahn selbst kann bei unbedingter Sicherheit doch so leicht und zierlich ausgeführt werden, dass von einer Verunstaltung der Strasse durch sie kaum die Rede sein kann. Die elektrisch betriebenen Wagen werden so schnell und geräuschlos, ohne irgend welche andere unangenehme Erscheinung, wie die Anwendung der Dampflokomotive sie mit sich bringt, über dem Verkehrsgewirre der Strassen dahineilen, dass man sie bald kaum noch beachten wird. Da man der elektrischen Bahn nicht viele Haltestellen geben wird, so werden diese die natürlichen Ausgangs- und Knotenpunkte für Pferdebahn- und Omnibuslinien bilden, diesen aber die unrentabeln langen Touren abnehmen. Mit ihrer Hülfe und unter Vermittelung der Stadtbahn würde dann ganz Berlin ein rationelles, schnelles, die Strassen entlastendes Verkehrssystem erhalten, wie keine andere Grossstadt es aufzuweisen hätte.

Berlin ist die Geburtsstätte der dynamo-elektrischen Maschine und der elektrischen Eisenbahn — es sollte daher auch der Welt mit der Anlage eines Systems elektrischer Hochbahnen vorangehen, dem es sich auf die Dauer doch nicht wird entziehen können! Ich

bitte Sie, meine Herren, zur Realisirung dieses Vorschlages mitzuwirken!

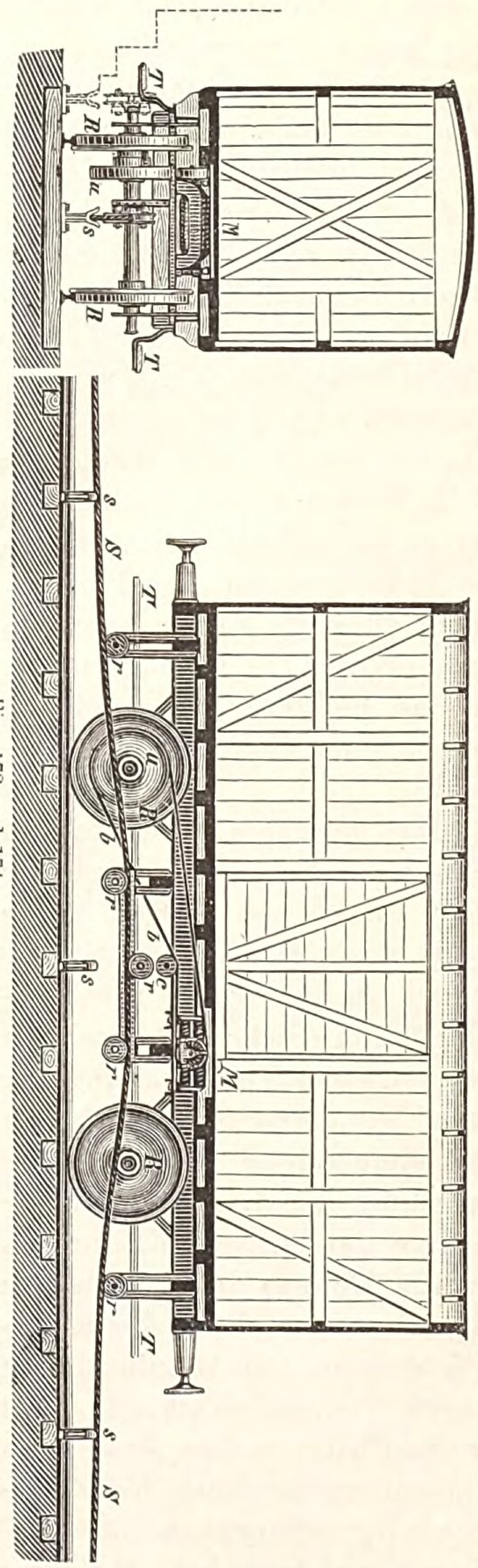


Fig. 173 und 174.

Schliesslich habe ich noch die Anwendung des elektrischen Stromes der Dynamo-Maschine als Hülfstriebkraft für Lokomotivbahnen zu erörtern. Eine solche Einrichtung, die sich mannigfach modificiren lässt, ist in den beiden Figuren 173 und 174 schematisch dargestellt.

In der Mitte zwischen den Schienen, oder besser dicht neben dem Geleise, sind gabelförmige Stützen aus Hartglas oder gut mit Firniss getränktem Holze aufgestellt, die ein starkes kupfernes Leitungsseil, welches an den Enden federnd gespannt ist, tragen. Die Wagen, welche mit treibenden Dynamo-Maschinen in ähnlicher Weise, wie bei den elektrischen Hochbahnen beschrieben ist, versehen sind, tragen ein System von Rollen, welche in ähnlicher Weise wie bei der Seil-Schleppschifffahrt das Leitungsseil aus seinen Gabelstützen aufnehmen und es nach dem Passiren des Wagens wieder in dieselben niederlegen. Die Rollen, deren Zahl sich nach Bedarf vermehren lässt, bilden die leitende Verbindung zwischen dem Seil und der treibenden elektrischen Maschine, welche unter dem Wagen angebracht werden kann, und welche durch Riemenbetrieb oder auf andere Weise eine Axe des Wagens dreht. Die Rückleitung geschieht vermittelst des eisernen Gestelles des Wagens und der Räder durch die Bahnschienen, wenn man es nicht vorzieht, zwei Leitungsseile anzuwenden und nur diese zur Stromleitung zu benutzen. Eine starke, stehende Dynamo-Maschine, die zwischen dem Kupferdrahtseile und den Schienen oder event. zwischen den beiden Drahtseilen eingeschaltet ist, gestattet dann, eine beliebige Zahl von Axen des Zuges mit Triebkraft zu versehen. Anstatt des Drahtseiles kann man auch eine feste

Leitschiene neben oder auch über der Bahn durch Hartglas oder Holz, isolirt vom Erdboden, anbringen und den Kontakt derselben mit den treibenden Dynamo-Maschinen durch einen auf der Leitungsschiene laufenden Kontaktwagen herstellen, der vom Zuge durch ein leitendes Seil nachgezogen wird. Sollen die Dynamo-Maschinen zur Bremsung beim Niedergang des Zuges dienen, so brauchen die Polenden der Umwindungsdrähte nur durch einen Metallstreifen in direkte leitende Verbindung mit einander gebracht zu werden. Sie treten dann als stromerzeugende Dynamo-Maschinen auf und erhitzen den durch Wasser gekühlten Metallstreifen. Die vom niederrollenden Zuge geleistete Arbeit wird dann zur Dampfentwickelung verbraucht.

Bei Gebirgsbahnen mit häufig wechselnden Steigungen würde der nöthige Aufenthalt zum Aus- und Einlegen des Drahtseils u. s. w. unbequem sein. Man kann dann auch den Dampferzeuger und Motor, sowie die stromerzeugende Dynamo-Maschine auf einem besonderen Wagen mitführen oder sie mit der Lokomotive verbinden. Es kann dann eine beliebige Anzahl von Wagen mit Triebmaschinen versehen werden, die durch Leitungsseile mit der stromerzeugenden Dynamo-Maschine verbunden sind und durch sie getrieben werden.

Die Dynamo-Maschine wird dem Eisenbahnbetriebe noch auf vielen anderen Gebieten durch Kraftübertragung Dienste leisten; ich glaube aber schon über die Gebühr die Geduld der Versammlung in Anspruch genommen zu haben und bitte nur noch um wohlwollende und nachsichtige Kritik meiner Vorschläge.

Ueber das Projekt einer elektrischen Eisenbahn.

(Vortrag in der polytechnischen Gesellschaft am 11. März 1880.)

1880.

Es ist mir eine angenehme Empfindung, in den alten Räumen, wo ich als junger Mann so oft mit Freuden thätig gewesen bin, wieder zu erscheinen, und ich hoffe, der Mahnung des Herrn Vorsitzenden folgen und künftig öfter meiner Pflicht als Mitglied der Gesellschaft Genüge leisten zu können.

Ich hielt es für meine Pflicht, jetzt auch in grösseren Kreisen und namentlich in einem Kreise, welcher die öffentliche Meinung Berlins wesentlich mit bildet, in der polytechnischen Gesellschaft, einmal über die Frage zu sprechen, die jetzt hier vielfach ventilirt wird, über die Frage der elektrischen Hochbahn. Es mag Manchem etwas kühn erschienen sein, mit einem solchen Plane überhaupt vorzugehen, in einer Stadt wie Berlin, die so stolz ist auf ihre Schönheit! Denn das muss man wohl zugeben, dass alle solche Einrichtungen nicht gerade zur Verschönerung beitragen. Ich würde es deshalb auch nicht gewagt haben, wenn ich nicht der festen Ueberzeugung wäre, dass Berlin einer absoluten Nothwendigkeit gegenübersteht.

Wenn man so fast ein halbes Jahrhundert beobachtet hat, wie schnell der Verkehr Berlins, der doch noch vor 10 Jahren ein sehr mässiger war, sich entwickelt hat, so ist wohl Jedem die Frage aufgestossen: wie soll das werden? Das kann doch nicht lange so fortdauern. — Nun, sehen wir, wie andere grosse Städte, die älter sind als Berlin und schon einen hoch entwickelten Verkehr haben, es machen.

Da ist zunächst London. Es hat als mächtige Verkehrsader die breite Themse, welche es mitten durchschneidet. Trotzdem war der Verkehr in den centraleren Strassen schon zu einer fast unerträglichen Höhe angewachsen. Durch Anlage breiter Strassendurchbrüche und die Durchführung von gewaltigen Eisenbahnbauten, welche die Stadt nach mehreren Richtungen durchschneiden, war der gewaltige und stets

wachsende Verkehr doch nicht zu bewältigen. Erst durch ein ganzes Netz unterirdischer Bahnen, welches fortlaufend weiter entwickelt wird, ist dies gelungen. Der riesige Verkehr, der auf diesem unterirdischen Eisenbahnnetze stattfindet, hat die Londoner Strassen wieder wesentlich entlastet und giebt ihnen die Ruhe und Ordnung, die so charakteristisch für das Londoner Leben sind. Je grösser eine Stadt wird, um so ungemüthlicher wird es in der Mitte derselben, und um so mehr müssen ausserhalb Gegenden sein, die leicht und schnell zu erreichen sind, wo man angenehm und in besserer Luft leben kann. Es müssen aber auch die Arbeiterviertel in schnelle und billige Verbindung kommen mit allen Theilen der inneren Stadt. Nur in dieser Weise ist ein angenehmes und gesundes grossstädtisches Leben durchführbar.

Paris hat sein grosses unterirdisches Kloakensystem; es sind dies lange Gänge und Tunnels, durch welche die Strassen in hohem Maasse entlastet werden; zum Theil aber fühlt Paris ähnlich wie wir die Last eines übergross werdenden Verkehrs, und das Streben, dem Abhülfe zu schaffen, ist auch in Paris schon sehr an der Tagesordnung.

Sehen wir nun auf Berlin, so müssen wir sagen, unsere Urväter, die Fischer, die in den Dörfern Berlin und Köln lebten, haben insofern eine schlechte Wahl getroffen, als sie sich an einem Platz niedergelassen haben, wo der Grundwasserstand sehr hoch liegt. Ein paar Fuss unter der Erde stossen wir auf Grundwasser. An einem solchen Orte sollte eigentlich keine grosse Stadt angelegt werden; man sollte eine solche immer in einer solchen Höhe anlegen, dass ein gutes unterirdisches Kommunikationsnetz sich schaffen liesse. Könnten wir das, so wäre alle Noth vorüber, und Berlin könnte sich unbehindert weiter entwickeln. Das ist uns aber abgeschnitten; kein Baumeister wird so kühn sein und im Grundwasser ein Eisenbahnnetz ausführen wollen durch Bauten, wie der Themsetunnel; das würde unermessliche Kosten machen und doch nicht vollständig durchführbar sein. Es bliebe also nur die Ausdehnung des mit der Stadtbahn begonnenen Weges übrig, ein Netz von wirklichen Eisenbahnen, welche Berlin nach allen Richtungen durchkreuzen. Wir haben aber die grossen Verwüstungen, welche die Stadtbahn anrichten musste, beobachtet, und Viele kennen die grossen Kosten, die mit der Herstellung einer solchen Bahn verbunden sind. Zur Schönheit trägt sie auch nicht bei, denn die schweren Strassenüberbrückungen verunzieren in hohem Maasse. Ich glaube also, wir können auf dieses System eines Eisenbahnnetzes über dem Strassenniveau nicht rechnen, das lässt sich für Berlin nicht durchführen, und so stehen wir wirklich einer Lage gegenüber, die uns zwingt, zu einem neuen Wege überzugehen, um zu einer Entlastung des Strassenverkehrs und zu einer schnellen Verbindung der Verkehrsmittelpunkte unter einander zu gelangen.

In New-York ist man dazu übergegangen, den kühnen Plan aus-

zuführen, Säulenbahnen für Lokomotiven durch die Strassen zu führen, über der Strasse selbst also ein zweites Wegenetz für Eisenbahnen zu bilden. Man hatte zuerst ähnlich wie hier ein Projekt, auf einzelnen Säulen, die an Stelle der Laternenpfosten zwischen dem Bürgersteige und Fahrdamme stehen, die Bahn zu führen; eine solche Bahn existirt noch jetzt, und es gehen grosse Züge mit Lokomotiven über diese hinweg. Später hat man die Mitte des Strassendammes überbrückt und beide Geleise auf diese Eisenkonstruktion gelegt. New-York ist so gelegen, dass ein grosser, schneller Verkehr an dem Wasser entlang eine Nothwendigkeit ist. Trotz aller Unbequemlichkeiten, die diese Bahnen über den Strassen mit sich führen, hat sich doch die Sache selbst bald eingebürgert, und die Bahnen erfreuen sich grosser Frequenz. Viele andere Städte sind nachgegangen, und könnten die elevated railroads nicht mehr entbehren, wenn sie sie auch abschaffen wollten. Es folgen die Züge wenige Minuten hintereinander, und es ist diese Bahn fast das gebräuchlichste Kommunikationsmittel geworden.

Für uns würde eine so schwer konstruirte Bahn kaum durchführbar sein. Durch die Anlage in der Mitte des Strassendammes werden die Trottoire zwar freigelegt, und der Strassenverkehr ist durch Säulen nicht zu sehr gehindert. Eine angenehme Einrichtung ist es aber nicht. Durch den grossen Spektakel, den die Züge machen, durch den Rauch, das Wasserspritzen und Dampfausstossen sind diese Bahnen unerträglich, so dass es die heftigsten Kämpfe giebt mit den Besitzern der anliegenden Häuser, die sich das mit Recht nicht wollen gefallen lassen.

Es ist dies auch sehr störend für den Plan, den meine Firma der Stadt vorgeschlagen hat, elektrische Bahnen auf Säulen die Rinnsteinkanten entlang durch die hauptsächlichsten Strassen, die für den Verkehr unter den Stadttheilen am wichtigsten sind, zu führen; denn Jeder denkt sich die amerikanischen Säulenbahnen dabei und meint, ob das Lokomotivbahnen oder elektrische seien, das werde nicht viel Unterschied machen! Man befürchtet das Geräusch, das die Züge machen, das Oel, welches herabtropft, und andere Unannehmlichkeiten. Die Stimmung ist in Folge dessen hier in grossen Kreisen eine ziemlich abgekühlte gegen den Vorschlag; ich glaube aber, wenn man sich die Sache genauer betrachtet, so müssten namentlich die Berliner, welche das ruhige Walten einer elektrischen Bahn allein in der Welt bisher kennen gelernt haben, sich doch schon sagen: das ist etwas Anderes als eine Lokomotivbahn, auf der schwere Maschinen mit grossen Zügen über die Bahn wegdonnern!

Ehe ich indess auf die Specialitäten komme, möchte ich Ihnen durch Vorführung einer Zeichnung ein allgemeines Bild geben. Sie sehen hier ein Projekt einer solchen Bahn vor sich. Sie sehen eine Häuserfront, wie sie in Wirklichkeit ist, und davor die Säulen, die an

Stelle der Laternen dastehen, $4^1/_2$ Meter hoch, so dass sie ungefähr die Fensterbrüstungen der ersten Etage erreichen.

Es ist nicht beabsichtigt, grosse Züge gehen zu lassen, sondern einzelne, den Omnibus ähnliche Wagen, die jeder durch eine eigene Maschine getrieben werden, welche Sie in einer anderen Zeichnung hier sehen. Eine solche Bahn ist ohne jedes Geräusch; ohne sich unangenehm bemerklich zu machen, verfolgen die Wagen ihren Weg, und man kann nicht sagen, dass mit dem schnellen Vorbeilaufen derselben irgend eine Unannehmlichkeit verknüpft wäre.

Dass man dabei nicht in die Fenster sehen kann, wie man wohl befürchtet hat, ergiebt sich aus zwei Gründen; einmal weil man nicht aus dem Hellen in das Dunkle sehen kann, und weil nach Anzündung der Lichter jede Hausfrau in Berlin Rouleaux vor den Fenstern herunterlässt; und dann weil bei der Schnelle der Fahrt und der Nähe der Häuser überhaupt von einem Erkennen nicht die Rede sein kann.

Es ist beabsichtigt, die Züge etwa mit Güterzuggeschwindigkeit 4 Meilen in der Stunde laufen zu lassen; das ist keine grosse, aber noch sichere Geschwindigkeit, welche ein Beobachten nahe liegender Gegenstände nicht gestattet.

Man hat ferner gesagt, die Bahn verdunkele die Läden und die Strassen. Das ist aber bei der Breite unserer Strassen nur in sehr geringem Maasse der Fall. Die Längsträger, auf denen die Schienen liegen, sind nur etwas über $1^1/_2$ Fuss hoch und haben, von der Seite gesehen, das Ansehen eines schmalen Bandes. Von einer Verdunkelung kann dabei um so weniger die Rede sein, als man ja einen entsprechenden hellen Anstrich wählen kann, durch den zugleich den Anforderungen der Schönheit genügt würde.

Ich glaube auch nicht, dass die gerade Linie an sich eine so grosse Unschönheit ist, wie von einer Seite gesagt ist, denn dann müsste man auch die geraden Rinnsteinkanten, die jetzt so viel zur Verschönerung der Strassen beitragen, als unschön verwerfen. Das sind alles Sachen, an die sich das Auge gewöhnt, und es wird nicht lange dauern, wenn das Projekt zu Stande kommt, dass sich das Publikum an die Bahn so gewöhnt hat, dass man sie nicht gern wieder missen möchte. Etwaige sonstige Nachtheile, welche die Bahnen wider Erwarten etwa für die Anwohner bringen sollten, werden durch die Vorteile, die sie denselben bringen werden, reichlich aufgewogen.

Man wird nicht häufig Stationen machen, sondern die Bahn muss immer den Charakter der schnellen Eisenbahnverbindung haben; sie soll die Hauptverkehrsmittelpunkte direkt verbinden, und es werden sich die Anhaltestellen als die natürlichen und nothwendigen Mittelpunkte für den Vertheilungsverkehr herausbilden, für die Pferdebahnen und Droschken. Die Ansicht, dass diese geschädigt würden durch die Bahn, ist durchaus falsch. Durch schnelle Verkehrseinrichtungen zwischen

den Stationspunkten wird immer der Lokalverkehr gehoben, und es werden nicht weniger lokale Verkehrsmittel gebraucht, sondern mehr. Ist das schon ein Vortheil für die Strasse, so kommt noch hinzu, dass man durch eine solche Schienenführung durch ganze Strassen einem grossen Bedürfniss nachkommen kann. Man kann an den Längsträgern beliebig Leitungen befestigen, ohne dass sie zu sehen sind, und kann dadurch nicht nur die Strassen elektrisch beleuchten, man kann auch jedem Haus- oder Ladenbesitzer mit Leichtigkeit elektrisches Licht oder Arbeitskraft geben, da er nicht mehr nöthig hat, eine besondere Gasmaschine dafür aufzustellen. Die Maschine steht an einem Centralpunkte. Es ist auch nicht nöthig, diese Einrichtung auf lange Zeit zu machen; wenn der Betreffende sie nicht mehr will, wird die kleine Zweigleitung abgeschnitten, und es kann ein Anderer das Licht oder die Arbeitskraft bekommen. Es wird also die elektrische Beleuchtung und Kraftzuführung für Alle, die davon Gebrauch machen wollen, viel leichter ausführbar sein. Ebenso ist es mit den Telephonverbindungen; auch die werden sich viel leichter machen lassen. Es wird dann nicht zu kostbar sein, dass die ganze Stadt mit einem Telephonnetze überzogen wird; unterirdisch ist das viel zu theuer, und die Stadt kann nicht dulden, dass das Pflaster alle Augenblicke aufgerissen wird, um eine neue Leitung zu legen. Es bleibt also schliesslich für alle diese Zwecke nichts Anderes übrig als derartige Führungen, welche für alle solche Leitungszwecke verwandt werden können. Es werden also die mit elektrischen Hochbahnen versehenen Strassen gewissermaassen die elektrischen Fortschrittsstrassen werden, und ich glaube nicht, dass hierdurch eine Verminderung des Werthes der Häuser eintreten wird, sondern im Gegentheil, diese werden im Werthe steigen.

Nach dem Plane, den wir aufgestellt haben und den wir gern verfolgen möchten, weil er uns zweckmässig erscheint, würden die Haltestellen der Stadtbahn überall mit radialen Zweigen nach Nord und Süd zu verbinden sein. Jetzt ist die Stadtbahn eine einzelne Linie, die durch ganz Berlin geht, eine Annehmlichkeit für alle die, welche in der Nähe wohnen, aber auch für sie nur bedingt, denn sie können immer nur nach zwei Seiten, aber nicht nach allen Seiten mit derselben fahren. Da aber der Mensch das Bedürfniss hat, nach allen Seiten hinzukommen, so ist das Verkehrsbedürfniss nur mangelhaft durch eine solche Linie befriedigt. Wenn aber von den Stationen der Stadtbahn radiale Linien nach allen Richtungen hingehen, dann wird ganz etwas Anderes entstehen, dann wird die Stadtbahn die grösste Central-Ader für den Berliner Gesammtverkehr werden.

Ob die Stadtbahn künftig auch einmal elektrisch betrieben werden wird, oder per Dampf, das ist hierfür gleich; soll sie ihren Zweck erfüllen, so müssen alle fünf Minuten Wagenzüge gehen, und ebenso müssen die Wagen der elektrischen Bahn alle 2 bis 3 Minuten hinter-

einander folgen, je nachdem der Verkehr es verlangt, so dass man in wenigen Minuten von jedem Stadttheile Berlins nach jedem anderen kommen kann. Dann haben wir ein System, wie es in der Vollkommenheit bisher noch nicht dagewesen ist, in wenigen Jahren eine zwingende Gewalt annehmen wird, und Berlin zeichnete sich einmal aus, indem es voranginge und nicht bloss nachklappte. (Bravo!)

Ich hoffe dies wenigstens. Ich meine, dass wir es hier mit einem ernsten Verkehrsbedürfniss zu thun haben, welches von Jahr zu Jahr steigt, und dass es sich daher wohl verlohnt, speciell auf die Sache einzugehen und die Möglichkeit der Durchführung ins Auge zu fassen.

Ich brauche Ihnen die elektrische Bahn ihrem Wesen nach hier nicht näher zu erläutern. Sie haben wohl alle die Probe davon auf der Ausstellung gesehen und auch die Erklärung gehört. Ich will Sie daher nicht langweilen mit einer theoretischen Auseinandersetzung der dynamo-elektrischen Maschinen; eine solche ist vielfach gedruckt, so dass Sie darüber Belehrung leicht finden. Ich will nur auf eins aufmerksam machen, warum wir jetzt im Stande sind, auf elektrischen Bahnen schwere Lasten zu bewegen, was früher nicht möglich war. Im Jahre 1841 bestand noch die von dem deutschen Bunde ausgegangene Preisaufgabe auf Konstruktion einer elektrischen Lokomotive; ich glaube, es ist das die einzige Preisaufgabe, die der frühere deutsche Bund gestellt hat. Sie wurde nicht gelöst, obschon Viele daran gearbeitet haben, wie Jakobi in Petersburg u. A. Es stellte sich eine Eigenschaft der elektrischen Maschine heraus, welche das Gelingen unerreichbar machte, dass nämlich jede elektrische Arbeitsmaschine, die durch eine galvanische Batterie getrieben wird, einen Gegenstrom erzeugt, dass dieser Gegenstrom die Kraft der Batterie vermindert, und dass, je schneller sie geht, der Gegenstrom um so grösser wird und um so weniger Triebkraft übrig bleibt. Habe ich eine Batterie von 100 Elementen und die Maschine fängt schnell zu gehen an, so bleibt nur noch die Kraft von vielleicht 10 Elementen, während die der anderen 90 Elemente ausgeglichen ist. Es sind gewissermaassen zwei Pferde, die gegen einander arbeiten. Diese Erscheinung führte mich zu der Konstruktion der dynamo-elektrischen Maschine, die im Princip nichts weiter ist, wie eine elektromagnetische Maschine, die man umgekehrt dreht; dann addirt sich der Gegenstrom zu dem ursprünglichen und verstärkt diesen, anstatt ihn zu schwächen. Zu dem entgegengesetzten Drehen verbraucht man aber Arbeit. Diese Arbeit wird umgewandelt in elektrischen Strom. Eine solche Maschine, wie ich sie im Januar 1867 in einer Einsendung an die Akademie vorschlug, habe ich eine dynamo-elektrische genannt, weil sie direkt Kraft in Strom umwandelt und nicht, wie bei den magneto-elektrischen, die magnetische Kraft das Ursprüngliche ist, indem hier der Magnet selbst erst durch die Arbeit erzeugt wird und dann wieder elektrischen Strom erzeugt.

Es kommen dabei noch einige andere Umstände in Betracht, auf die ich hier jedoch nicht näher eingehen kann.

Die Träger der elektrischen Hochbahn sind aus Eisenblech und auf Holz gelagert, damit dieselben mit ihren Schienen von einander isolirt sind und damit sie beim Befahren nicht klingen. Alle Theile sind, wie es im Eisenbau nöthig ist, mit überschüssiger Festigkeit berechnet, so dass man die ganze Bahn voll Wagen schieben könnte und dann die Durchbiegung immer noch nicht die gestattete sein würde, wodurch die Solidität über allem Zweifel ist.

Es ist nun noch eine Frage, welche vielfach ventilirt ist. Man hat gesagt, wenn einmal ein Unglück passirt, dann geht alles zu Grunde. Angenommen, es fiele einmal ein Wagen herunter, so würde er eine Geschwindigkeit von 30 Fuss bekommen, und das würde schon einen sehr heftigen Stoss geben. Das muss natürlich vermieden werden. Die Träger haben oben breite Köpfe und um diese gehen starke Eisenkonstruktionen herum, so dass ein Abweichen absolut unmöglich ist, wie dies speciell die vorgelegten Zeichnungen zeigen. Sie sehen daran die starken Bänder, die ein Herabfallen unmöglich machen, ohne dass das ganze Schienenwerk zertrümmert würde. Dann ist auch nicht zu vergessen, dass hier immer nur leichte Wagen fahren, die immer nur einen geringen Stoss ausüben können, und dass auch diese nur mit einer mässigen Geschwindigkeit fahren sollen. Da lässt sich durch Rechnung feststellen, dass diese Konstruktion ausreicht, um den Wagen zum Halten zu bringen und ein Heruntergehen unmöglich zu machen.

Es hat diese Einrichtung allerdings einen Nachtheil, dass man sie bei Kreuzungen nicht anwenden kann. Da müssen die Schienen in einem Niveau liegen und man kann nicht solche übergreifende Konstruktionen anwenden. Die Amerikaner haben bei ihren Säulenbahnen anfangs solche Sicherungen gehabt, sind aber davon abgegangen. Es ist eine Lokomotive heruntergehüpft, aber die Wagen sind oben geblieben. Wir haben aber auch keine Lokomotive, sondern nur Wagen.

Eine andere Frage ist die, ob zwei Wagen, wenn der eine schnell vorwärts geht und der andere hält, nicht einmal gefährlich auf einander stossen könnten. Das kann ja stattfinden, obgleich eine gewisse Sicherheit darin liegt, dass, wenn der eine Wagen dem anderen näher kommt, sie sich gegenseitig einen Theil der elektrischen Kraft nehmen und eine Verlangsamung der Geschwindigkeit eintritt. Davon wollen wir indess absehen. Es liegt in den Maschinen selbst eine sehr kräftige Bremseinrichtung. Wenn man eine solche Dynamo-Maschine in sich schliesst, so wird der Strom so stark, dass die Maschine es nicht auf die Dauer ertragen kann. Sie wird so heiss, dass sie verderben muss. Aber das dauert eine ganze Weile, und eine ziemlich ansehnliche Zeit ist es zulässig, die Maschine in sich zu schliessen. Dann entsteht ein sehr kräftiger Strom und gleichzeitig

wird eine grosse Arbeit zur Drehung verbraucht, um den Strom herbeizuführen; diese Arbeit wird von den Rädern aufgenommen, die durch die Maschine gedreht werden und mit ihr verkuppelt sind; es wird also in ganz kurzer Zeit ein Wagen, der im besten Gange ist, still stehen, wenn man die Enden des Leitungsdrahtes der Maschine in direkte Verbindung mit einander bringt.

Ausserdem ist die gewöhnliche Bremse daran, und es ist anzunehmen, dass jeder Wagen einen Kondukteur hat, der gleichzeitig Billeteur ist, und wo es nöthig ist, zu bremsen hat. Dieser übersieht Alles, und wenn er sieht, dass er einem andern Wagen zu nahe kommt, muss er langsam fahren und bremsen. Schliesslich ist man immer auf die Vernunft der Leute angewiesen, die den Mechanismus handhaben; von selbst kann ein Mechanismus nicht sicher funktioniren, aber die Mittel sind vollständig da, um ein Zusammenstossen zu verhindern.

Auf den Schienen liegen kann auch nichts, nicht einmal Schnee oder Eis wird darauf liegen bleiben können, und dann würde es auch durch Räumer leicht zu entfernen sein. Sollte aus Bosheit etwa eine Stange darüber gelegt sein, so wird sie hinuntergeworfen und kann gar nicht unter die Räder kommen. Es liegen in alle dem so viel Sicherheitseinrichtungen, dass man sagen kann, dass es keine sicherere Beförderungsart geben werde als diese. Im Strassengetümmel ist man gar nicht ohne Gefahr; wie oft wird einer umgefahren und treten andere Unfälle ein. Auf einer solchen Bahn wird die Sicherheit jedenfalls viel grösser sein, als sie in den schnell dahingleitenden Wagen ist.

An der Centralstation und an den anderen Enden sollen stehende Maschinen sein, die mit beiden Schienen in Verbindung sind, so dass die eine positiv, die andere negativ elektrisch wird. Durch die Räder wird der Strom von der einen Schiene durch die Maschine hindurch zur Schiene auf der anderen Seite geführt und auf diesem Wege erzeugt er die Kraft, um die Räder zu drehen. Die Schienen haben einen sehr grossen Querschnitt, so dass die Entfernung von $^1/_4$ oder $^1/_2$ Meile immer nur einen geringen Widerstand, etwa ein drittel Einheit, herbeiführen wird; es wird also ein gleichmässiges Gehen der Wagen hintereinander möglich sein. Um dieses noch weiter zu sichern, schlagen wir vor, am anderen Ende der Bahn ebenfalls eine primäre Maschine aufzustellen; dadurch wird es möglich, dass alle Wagen einen gleichen Impuls bekommen und dass auch, wenn einmal eine primäre Maschine ausser Betrieb kommt, der Betrieb doch gesichert ist.

Wie viel Wagen man mit Vortheil zugleich wird gehen lassen können, das werden die Versuche entscheiden, es ist aber, was bei neuen Sachen die Hauptsache ist, nirgends ein Hinderniss zu erkennen, welches der Sache nachtheilig werden könnte.

Es ist allerdings noch vieles zu ermitteln und zu konstruiren. Ich will nicht sagen, dass die Konstruktionen in allen Beziehungen schon

mustergiltig sind, aber das Princip ist derartig, dass kein theoretisches Hinderniss der Praxis entgegensteht, denn mit der Theorie ist nicht zu spassen, wenn die etwas verbietet, so hilft die Praxis nicht; wenn aber die Grundlage feststeht, so ist unsere Industrie im Stande, die Hindernisse zu überwinden, und so glaube ich, dass wir in der Lage sind, den Bau von elektrischen Bahnen durch Berlin ernsthaft in Angriff zu nehmen, wo möglich im Anschluss an die Stadtbahn, weil dann die Stadtbahn für ganz Berlin eine Wohlthat werden wird, was sie in ihrer jetzigen Form nicht sein kann, wo sie nur einen ganz partiellen Nutzen schafft. Es würde gewiss sehr erfreulich sein, wenn in Berlin, welches die Wiege der dynamo-elektrischen Maschine ist, auch die erste derartige Bahn gebaut würde. Es sollte gerade Berlin vorangehen, das was hier geboren ist, auch ins Leben einzuführen. Es regt sich schon überall das Interesse für elektrische Hochbahnen. Ich möchte aber gern Berlin den Vorrang sichern, die erste elektrische Hochbahn zu haben. Ich glaube, dass Berlin um so mehr dazu berechtigt ist, da es kaum eine Stadt giebt, die so geeignet ist für elektrische Bahnen, einmal durch die Nothwendigkeit, ein neues Verkehrsmittel zu schaffen, welches den Verkehr der Strassen entlastet, und dann weil hier kein anderes Mittel anwendbar ist. Es muss sich für den Bau einer Hochbahn entschliessen oder aufhören, dahin zu streben, eine wirkliche Grossstadt zu werden. Es steht am Scheidewege, rechts oder links, eine weitere Wahl giebt es da nicht.

Ich habe einige Photographien machen lassen von einem Modelle, welches hier aufgestellt ist, die ich Ihnen noch vorlege.

Was das Aufsteigen an den Stationen betrifft, so würde es wohl das Beste sein, dass man an den geeigneten Stellen einen Laden in erster und zweiter Etage miethete. Dieser bildete ein Wartezimmer und würde durch eine leichte Brücke mit der Bahn verbunden. Mehr als 15 Personen sollen nicht in einem Wagen Platz haben, und alle fünf Minuten soll vorläufig ein Wagen gehen, so dass eine grössere Ansammlung von Publikum kaum eintreten wird; es brauchen also keine grossen Warteräume eingerichtet zu werden. Auf freien Plätzen würde man eine Treppe und Galerie anlegen können, die als Perron diente, in leichter Eisenkonstruktion; in dieser Beziehung hat sich auch in Amerika keine Schwierigkeit gezeigt.

Was die Höhe der Bahn betrifft, so ist die der Stadtbahn als maassgebend angenommen. Die Kosten sind allerdings etwas hoch; der Bau muss ein sehr solider, fester sein; da kann nichts gespart werden; ein erster Ueberschlag hat ergeben, dass die Anlagekosten pro Kilometer etwa 150 000 bis 200 000 M. sein werden. Das ist allerdings nicht billig, aber diese Kosten werden wieder ausgeglichen durch den Betrieb, der sehr billig ist. Die Kraft giebt ja eine stehende Maschine, die sich mit den besten Kesseleinrichtungen für billiges Brennmaterial

herstellen lässt, so dass die Erzeugung der Kraft selbst billig sein wird. Wird nur die Hälfte dieser Kraft übertragen, so ist sie immer noch billiger als die einer Lokomotive, deren Heizung mehr als das Doppelte kostet wie die einer gleich starken stehenden Maschine. Es ist also die Kraft, die wirklich zur Verwendung kommt, jedenfalls noch billiger als die einer Lokomotive. Der Kondukteur ist zugleich der Maschinenführer, wodurch die Kosten sehr reducirt werden im Vergleich mit Pferdebahnen und sonstigen Beförderungsmitteln. Nach einer Berechnung würde sich das System schon rentiren, wenn alle 5 Minuten ein Wagen mit je 5 Personen ginge, für ein Fahrgeld gleich dem der Pferdebahn.

Um ein Unterführen unter der Stadtbahn zu vermeiden, ist angenommen, dass die Linien nur Zweiglinien von den Stationen der Stadtbahn sind. Da würden die Bahnen endigen. Ausser der Bahn vom Belle-Alliance-Platz und vom Wedding bis zum Stadtbahnhof würden dann später andere Zweigbahnen das System ergänzen.

Was die Frage betrifft, wie bei steigenden und fallenden Strassen die Bahn einzurichten wäre, so ist die Elektricität da sehr schmiegsam; es ist die Differenz der Ströme, die gegen einander geschickt werden, welche als Triebkraft übrig bleibt. Ein geringer Unterschied in der Schnelligkeit der Züge wird daher die wirksame Zugkraft bedeutend erhöhen.

Ueber elektrotechnische Hülfsmittel gegen schlagende Wetter in Bergwerken.

(Vortrag im elektrotechnischen Verein am 25. Mai 1880.)

1880.

Meine Herren! Die Veranlassung dieser Mittheilung ist das Entsetzen, welches ich und wohl wir alle so häufig empfinden, wenn wir in den Zeitungen lesen: in einem Bergwerke sind wieder viele, oft Hunderte von Menschenleben durch schlagende Wetter zu Grunde gegangen! Es kommt dies in den Kohlenbergwerken aller Länder mit einer schrecklichen Regelmässigkeit vor, und man merkt nicht, dass etwas Wirksames geschieht, um diese traurigen Katastrophen zu beseitigen, und sieht nicht, dass im Laufe der Zeit grössere Sicherheit herbeigeführt ist. Die Elektricität ist ja häufig Helferin in der Noth, und es scheint mir eine wichtige Aufgabe für den elektrotechnischen Verein zu sein, auch diese Humanitätsfrage vor sein Forum zu ziehen. Ich glaube, dass dies auch nicht ohne Nutzen sein wird, da in der That mehrere Vorschläge, die schon vor längerer Zeit gemacht, aber erfolglos geblieben sind, wesentlich, weil die damalige Technik noch nicht hinreichend entwickelt war, jetzt ausführbar erscheinen. Es ist immer gut, in solchen Fällen von Zeit zu Zeit eine Revision vorzunehmen und Alles, was früher nicht praktisch erschien, mit dem Wissen und Können der neueren Zeit zu beleuchten. Ich möchte Ihnen daher zuerst eine kleine Uebersicht über die Ursachen dieser schrecklichen Explosionen und die Mittel, die zu ihrer Vermeidung in Anwendung kommen, geben, soweit ich sie als Laie kenne; denn ich bin kein Bergmann, kann also die schlagenden Wetter nur vom physikalischen und chemischen Standpunkt, und nicht vom rein bergmännischen aus behandeln.

Die schlagenden Wetter bestehen bekanntlich aus Gruben- oder Sumpfgas, einer Verbindung von 4 Aequivalenten Wasserstoff und 2 Aequivalenten Kohle. Es scheint, als wenn bei seiner Bildung ein besonderes chemisches Agens, die Zeit, die wesentlichste Rolle spielte.

Im Laufe langer Zeitabschnitte finden chemische Aktionen statt, die wir in der kurzen Spanne Zeit, die uns im Laboratorium zu Gebote steht, nicht nachmachen können. Die Braunkohle, die Steinkohle, der Anthracit sind in dieser Reihenfolge aus Holzablagerungen entstanden, die im Laufe der Zeit verkohlt sind, nicht durch Hitze, sondern durch den Einfluss der Zeit. Im Laufe der Zeit hat sich anscheinend Wasser aus der Holzsubstanz ausgeschieden. Dieses hat sich im Augenblick des Freiwerdens zerlegt, der Sauerstoff hat sich mit Kohle zu Kohlensäure, und der Wasserstoff mit weiterer Kohle aus dem grossen Kohlenvorrathe zu Kohlenwasserstoffgas verbunden, und es entstehen so die beiden Arten schädlicher Grubengase, die nur erstickend wirkende Kohlensäure und das brennbare Kohlenwasserstoffgas, welches, mit atmosphärischer Luft gemischt, die sogenannten schlagenden Wetter bildet. Aus dieser Entstehungsweise folgt schon, dass kein Kohlenlager von ihnen ganz frei sein kann. Es ist sogar anzunehmen, dass der grösste Theil der gebildeten Gase im Laufe der Zeit — die wahrscheinlich nach Millionen von Jahren zu rechnen ist — durch die überlagernden Stein- und Erdschichten nach und nach entwichen ist, und dass wir es nur mit einem zurückgebliebenen Reste zu thun haben. Ganz frei von ihnen wird wohl kaum irgend ein Kohlenlager sein. Wenn nun ein solches Lager durch einen Schacht oder Stollen aufgeschlossen und dadurch in Verbindung mit der Atmosphäre gebracht wird, so muss das Gas, welches sich zum Theil auf der Oberfläche der Kohlenstücke kondensirt, zum Theil gasförmig in den vorhandenen Poren derselben befindet, sich mit der atmosphärischen Luft in's Gleichgewicht setzen und ein entsprechendes Ausströmen desselben stattfinden. Diese Entwickelung des brennbaren Gases muss um so stärker sein, je geringer der Luftdruck ist. Die grossen, unheilvollen Explosionen schlagender Wetter sollen daher auch meistens nach einem starken Fallen des Barometers eingetreten sein. Das leichte Grubengas sammelt sich zunächst an der Grubendecke und mischt sich dann allmählich durch Diffusion mit der atmosphärischen Luft, was unter Umständen durch Bewegung der Luft noch befördert wird. Dann erst tritt die Gefahr ein. Das Grubengas ist nämlich zwar brennbar, explodirt aber erst, wenn es mit Luft, also mit Sauerstoff in hinlänglichem Maasse vermischt ist, so dass eine gleichzeitige Verbrennung der ganzen Masse stattfinden kann. Es folgt schon hieraus, dass man kaum dahin gelangen wird, die Schlagende-Wetter-Gefahr vollständig zu beseitigen.

Man kann sich dies auf drei Weisen vorstellen: die eine wäre im Princip die, dass man das Austreten der Gase aus dem Flötz in die Grubenluft überhaupt verhinderte. Die zweite wäre die, dass man die austretenden Gase sofort und noch bevor eine gefährliche Mischung entstände, unschädlich macht; es kann dies durch Ventilation oder Verbrennung geschehen. Die dritte Methode wäre ein passendes Signal-

system, welches nicht nur den Arbeitern in der Grube selbst, sondern auch den Beamten ausserhalb der Grube fortlaufend und selbstthätig anzeigt, welches der Stand der Grubengas-Entwickelung und Ausquellung in der Grube ist, so dass man keine Leute hineinlässt, wenn Gefahr vorhanden ist, und sie rechtzeitig zurückruft, wenn sie während der Arbeit entsteht. Das sind die drei Wege, auf denen man dem Feinde zu Leibe zu gehen und ihn wenigstens unschädlich zu machen suchen kann. Das beste, wirksamste Mittel wird immer eine gute Ventilation der Grube sein. Diese wird auch überall und meist mit grosser Sorgfalt angewendet, und sie ist das Mittel, die grossen Kohlenmassen zu fördern ohne zu grosse Verluste an Menschenleben. Das zweite allgemein angewendete Hülfsmittel.ist die Verwendung der segensreichen Erfindung der Grubenlampe von Humphrey Davy. Sie beruht darauf, dass Flammen erlöschen, wenn sie unter die Glühhitze abgekühlt werden. Hält man eine Kerzenflamme unter ein engmaschiges Drahtnetz, so brennt sie nur bis zu diesem Netze. Das Drahtnetz entzieht dem hindurchstreichenden brennenden Gase viel Wärme, und da die Flamme ohne Glühhitze nicht bestehen kann, so erlischt sie innerhalb des Netzes. Ist also eine Lampe mit einem guten, engen Drahtnetz umgeben, so kann eine Explosion sich nicht durch das Netz hindurch fortpflanzen, es wird mithin das ausserhalb des Netzes befindliche explosive Gas nicht entzündet. Der Bergmann kann aus dem eigenthümlichen Zucken der Flamme ersehen, dass Gefahr vorhanden ist. Das sind recht schöne und ausserordentlich wirksame Mittel, die gewiss vielen Tausenden das Leben gerettet haben. Leider hat aber die Erfahrung des letzten halben Jahrhunderts gezeigt, dass sie nicht ausreichen; denn wenn sie ausreichten, würden wir nicht fortlaufend noch so viel Explosionen haben, und die häufigen Unglückfälle durch mörderische schlagende Wetter, die, ich muss sagen, zur Schmach der Wissenschaft und Technik noch überall in der Welt so häufig vorkommen, würden ausbleiben oder doch wenigstens nur selten eintreten. Es vergeht aber fast kein Monat, wo nicht eine solche verderbliche Explosion durch die öffentlichen Blätter gemeldet wird. Es zeigt dies unwiderleglich, dass die bisherigen Mittel nicht ausreichen und dass noch nach anderen gesucht werden muss.

Es haben sich auch schon vielfach Gelehrte und Techniker mit dieser Frage beschäftigt und haben Hülfsmittel anderer Art in Vorschlag gebracht. Davy selbst, dann Graham, ein berühmter englischer Chemiker, haben die Natur der schlagenden Wetter in einigen Gruben, die besonders gefährlich waren, genau untersucht und die chemischen Eigenschaften des Grubengases ermittelt. Merkwürdigerweise hat Graham[1]) gefunden, dass fein vertheiltes Platina auf reines Kohlen-

[1]) Chemical Gazette, Dec. 1845, No. 75. Dingler's Polytechnisches Journal Bd. 99, S. 138.

grubengas nicht, wie auf andere Kohlenwasserstoffe, katalytisch einwirkte. Die Autorität Graham's ist wohl der Grund gewesen, weshalb das fein vertheilte Platina als Hülfsmittel zur Anzeige vorhandenen Grubengases bis auf neuere Zeit ausser Betracht geblieben ist. Im Jahre 1847 machte Payerne in Paris[1]) allerdings den Vorschlag, Pumpen in der Grube aufzustellen, welche die Luft durch grosse Diaphragmen, die mit Platinmohr oder Platinschwamm belegt waren, pumpen sollten. Er sagt, im Widerspruch mit Graham und Dr. Ure, das Grubengas würde langsam durch die Kontaktwirkung des fein vertheilten Platinas verbrennen, und daher eine gefahrlose Reinigung der Luft von Grubengas eintreten. Dieser Vorschlag hat weiter keinen Erfolg gehabt. Vielleicht ist er der Kostspieligkeit der nöthigen grossen Massen von Platina wegen gar nicht praktisch versucht.

Im Jahre 1868 machte Delaurier[2]) der Pariser Akademie einen ganz originellen Vorschlag zur Sicherung der Arbeiter gegen Grubengas-Explosionen. Er wollte einen isolirten Draht durch die ganze Grube legen, der an verschiedenen Stellen verdünnt und daselbst mit Schwefelblumen bestreut werden sollte. Bevor die Arbeiter die Grube beträten, sollte dann der Strom einer kräftigen galvanischen Batterie durch den Draht geleitet werden. Dieser würde die verdünnten Stellen des Drahtes erhitzen und den Schwefel entzünden, der dann seinerseits die schlagenden Wetter entzünden würde, wenn irgend welche vorhanden waren. Entstände keine Explosion, so könnten die Arbeiter ohne Gefahr die Grube betreten. Dieser Vorschlag, eine Prüfung auf Explosion vor dem Eintritt der Arbeiter in die Grube vorzunehmen, erscheint sehr beachtenswerth.

Die dritte vorgeschlagene Methode besteht nun darin, ein gutes Anzeigesystem zu organisiren, das die nöthigen Mittel gewährt, die Gefahr zur rechten Zeit zu erkennen und sie durch richtig geleitete Ventilation zu beseitigen, bevor die Gasmischung explosiv wird.

Ansell in London schlug 1867[3]) vor, die Gefährlichkeit der schlagenden Wetter dadurch zu verringern, dass man Apparate aufstellte, welche auf elektrischem Wege angesammeltes Grubengas in der Grube selbst wie ausserhalb derselben anzeigten. Sein Apparat beruhte auf der Erscheinung, dass manche Stoffe, wie Kautschuk, Marmor u. s. w. undurchdringlich für atmosphärische Luft, aber leicht durchdringlich für Grubengas und manche andere Gase sind. Da die Anfüllung eines Raumes mit einem Gase kein Hinderniss für die gleichzeitige Anfüllung mit einem anderen Gase ist, so muss daher in eine mit Luft gefüllte Kautschukblase, die in einen grubengashaltigen Raum gebracht wird,

[1]) Dingler's P. J. Bd. 103, S. 153.
[2]) Dingler's P. J. Bd. 190, S. 339.
[3]) Dingler's P. J. Bd. 183, S. 552.

Grubengas durch die Kautschukwand hindurch einströmen und die Blase sich in Folge dessen ausdehnen. Ansell konstruirte nun Apparate, bei welchen diese durch Endosmose bewirkte Druckvermehrung im Innern eines mit einer Kautschuk- oder Marmorplatte abgeschlossenen Luftraumes zur Hervorbringung eines Kontaktes benutzt wurde, durch welchen an beliebigen Stellen ein elektrisches Warnungssignal gegeben wurde. Auch dieser sinnreiche Vorschlag hat meines Wissens keine praktische Anwendung gefunden. Vielleicht war der Umstand daran Schuld, dass eine Ansammlung von Kohlensäure osmotisch ähnlich wirkt, wie Grubengas, man daher nicht sicher wissen konnte, welches Gas durch den Apparat angezeigt wurde.

Dr. van der Weyde hat 1870[1]) eine Modifikation des Ansell'schen Apparates vorgeschlagen, während A. Winkler 1879[2]) vorschlug, häufige Analysen des in der Grubenluft vorhandenen Grubengases vorzunehmen, indem man das durch beigemischtes Grubengas verminderte specifische Gewicht der Grubenluft bestimmt. Endlich hat ein A. P. unterzeichneter Anonymus 1877[3]) vorgeschlagen, durch fortdauernde Induktionsfunken das entzündlich gewordene Gemisch von atmosphärischer Luft und Grubengas in einem mit Drahtwalzen verschlossenen Gefässe zu entzünden und durch die entstehende Explosion einen Kontakt herzustellen, welcher ein Gefahrsignal geben sollte.

Neuerdings hat ein Herr Studiosus Körner in Freiberg ein Deutsches Reichspatent Nr. 6179 auf einen Apparat genommen, welcher auf der von Graham geleugneten, jedoch von Payerne im Widerspruch mit diesem und mit Dr. Ure aufrecht erhaltenen und zu seinem Vorschlage benutzten langsamen Verbrennung des Grubengases durch fein vertheiltes Platina (Platina-Mohr oder -Schwamm) beruht. Er will die Wärme, die durch diese langsame Verbrennung entsteht, dazu benutzen, Quecksilber-Thermometer zu erhitzen und die steigende Quecksilber-Säule zur Herstellung von Kontakten in ähnlicher Weise wie Ansell verwenden, um Signale drohender Gefahr zu geben. Auf den etwas komplicirten telegraphischen Mechanismus, welcher die Nummer oder den Ort des Gefahr meldenden Apparates ausserhalb der Grube anzeigen soll, will ich hier nicht näher eingehen.

Wie aus dieser historischen Uebersicht der zu meiner Kenntniss gekommenen Vorschläge, die bisher gemacht sind, um die schrecklich grossen Verluste an Menschenleben und Eigenthum, welche fortwährend durch schlagende Wetter verursacht werden, zu verhüten, hervorgeht, giebt es ausser der Ventilation und der Sicherheitslampe noch mehrere Mittel, um entweder die Ansammlung schlagender Wetter in gefahr-

1) Dingler's P. J. Bd. 196, S. 513.
2) Dingler's P. J. Bd. 231, S. 280.
3) Dingler's P. J. Bd. 226, S. 510.

bringender Grösse zu verhindern oder die Gefahr rechtzeitig anzumelden und dadurch den Verlusten vorzubeugen. In der Praxis sind dieselben meines Wissens bisher alle nicht zur Anwendung gekommen. Es ist möglich, dass Versuche mit einzelnen dieser Vorschläge gemacht und dass dieselben nicht befriedigend ausgefallen sind. Wenn die Theorie aber richtig ist, dürfen einzelne ungünstige Versuche nicht zurückschrecken, da praktische Schwierigkeiten fast immer zu überwinden sind. Ausserdem ist namentlich die Elektrotechnik in neuerer Zeit sehr vorgeschritten und macht Manches jetzt leicht und sicher ausführbar, woran früher alle Mühen scheiterten! Es lohnt sich daher wohl, die Frage der erhöhten Sicherung der Kohlengruben gegen schlagende Wetter an der Hand der bisher gemachten Vorschläge und unter Berücksichtigung des jetzigen Standpunktes der Technik einer Prüfung zu unterziehen.

Die Möglichkeit, den Austritt von Grubengas überhaupt durch Erzeugung eines dauernden Ueberdruckes im ganzen Bergwerke zu verhindern, ist wohl kaum zu bezweifeln, da ja schon die geringe Veränderung des Atmosphärendruckes sich so ausserordentlich bemerklich macht. Wahrscheinlich würde ein diese Schwankungen wenig übersteigender Ueberdruck schon ausreichen, um nicht nur jedes Einströmen von Grubengas zu verhindern, sondern es würde umgekehrt häufig Luft durch die Kohlenflötze getrieben werden und diese dadurch nach und nach von Grubengas befreit werden. Ob sich aber wirklich durch kräftige Ventilation und geeignete Verschlussvorrichtungen ein Ueberdruck in der Grube wird herstellen lassen, wird in jedem Einzelfalle erst festgestellt werden müssen. In der Regel wird man diese Methode wahrscheinlich nicht anwenden können. Noch viel weniger wird sich zu allgemeinerer Verwendung die von Payerne vorgeschlagene, fortlaufende Reinigung der Luft der Gruben von Grubengas durch wiederholtes Hindurchtreiben derselben durch fein vertheiltes Platina eignen. Schon die grosse Veränderlichkeit der Grubengaseinströmung würde diese Methode — ganz abgesehen von ihrer Kostspieligkeit — unanwendbar und selbst gefährlich machen. Beachtenswerther ist dagegen, wie schon hervorgehoben, das von Delaurier vorgeschlagene Mittel, vor Eintritt der Arbeiter in die Grube an verschiedenen Stellen derselben galvanische Zündungsversuche zu machen. Bei dem jetzigen, weit entwickelteren Stande der galvanischen Zündungen würde sich dies mit grosser Sicherheit und mit verhältnissmässig geringen Mühen und Kosten durchführen lassen. Freilich wäre der Schutz gegen Explosionen während der Arbeit immer noch nicht erreicht. Um auch diesen zu erzielen, müssten an sehr vielen und namentlich den hochgelegenen und besonders gefährdeten Stellen stets sichere Zündungsstellen vorhanden sein, wie z. B. offene Flammen. Das leichte Grubengas lagert sich zunächst stets an der Decke der inneren Räume (Gänge u. s. w.) der

Grube ab und vermischt sich erst allmählich durch Diffusion und Luftströme mit der atmosphärischen Luft zu explosivem Gemenge. Wird es angezündet, bevor diese Mischung eingetreten ist, so findet eine gefahrlose, ruhige Verbrennung des Gases statt, welche den Arbeitern Zeit lässt, sich zurückzuziehen. Die Gruben durch viele, nahe der Decke angebrachte, offene Flammen zugleich zu erleuchten und gegen Explosionen zu sichern, ist meines Wissens auch schon vorgeschlagen. Gas-, Petroleum- oder Oelflammen verzehren aber sehr schnell den Sauerstoff der Luft in den Gruben und mischen sie mit ihren nicht athembaren Verbrennungsprodukten. Ohne diesen Uebelstand würde sich aber derselbe Zweck durch elektrische Beleuchtung erzielen lassen. Es lassen sich jetzt in einen Leitungskreis 20 bis 30 kleine elektrische Lichter einschalten, die von einer am Tage stehenden Kraftmaschine gespeist und jederzeit gleichzeitig entzündet und ausgelöscht werden können. Die verhältnissmässig geringen Kosten dieser Grubenbeleuchtung würden durch bessere und schnellere Arbeit bei heller Beleuchtung wahrscheinlich mehr wie äquilibrirt werden. Wenn die Flammen einige Zeit vor dem Einfahren der Arbeiter angesteckt und während der Arbeitszeit leuchtend erhalten werden, wird kaum jemals ein grösserer Unglücksfall durch schlagende Wetter zu verzeichnen sein! In vielen Fällen wird man freilich der nicht ganz unbedeutenden Kosten der ersten Anlage, der geringen Mächtigkeit der Kohlenflötze und der grossen Ausdehnung des Arbeitsfeldes wegen diese Sicherungsmethode nicht anwenden können. Es bieten dann die Vorschläge von A n s e l l und K ö r n e r ebenfalls wirksame Mittel zur Verhütung von Unglücksfällen durch schlagende Wetter. Beide Vorschläge kommen, wie schon hervorgehoben, darauf hinaus, an verschiedenen und namentlich den besonders gefährdeten Stellen des Grubenbaues Instrumente aufzustellen, welche das Auftreten von Grubengas sowohl den in der Grube beschäftigten Arbeitern, wie an einem ausserhalb der Grube gelegenen Orte sogleich anzeigen. Funktioniren die Apparate unter allen Umständen sicher und sind sie in ausreichender Zahl und an den richtigen Stellen in der Grube aufgestellt, so wird die durch ein solches Kontrolsystem gegebene Sicherheit ebenfalls eine ziemlich ausreichende sein. Ein A n s e l l'scher, durch Endosmose wirksamer Anzeiger für Grubengas lässt sich sehr einfach und billig herstellen. Sie sehen dort einen solchen Apparat, der einfach aus einem Metallringe besteht, dessen Oeffnungen mit einer Kautschukmembran verschlossen sind. Die eine dieser Membranen ist in ihrer Mitte mit einem Stückchen Platinablech versehen, an welches ein Draht gelöthet ist, der zu einer Klemme führt. Dem Platinaplättchen steht eine Kontaktschraube nahe gegenüber, die mit einer anderen Klemme leitend verbunden ist. Ist die Luft, in welcher der kleine Apparat steht, nun mit Grubengas geschwängert, so dringt dieses durch den Kautschuk hindurch und vermehrt das Volumen

der eingeschlossenen Luft. Das Platinaplättchen kommt daher in Berührung mit der Kontaktschraube, wodurch der Leitungskreis, in den der Apparat vermittelst seiner beiden Klemmen eingeschaltet war, geschlossen wird. Sind in denselben eine galvanische Kette und ein oder mehrere Klingelwerke eingeschaltet, so werden diese ertönen und die Gefahr anzeigen. Wenn man einem jeden dieser Apparate eine besondere Leitung zu Tage giebt oder wenigstens die Apparate in Gruppen theilt, von denen jede ihren besonderen Leitungsdraht hat (bei Benutzung der Erde als Rückleitung), so ist auch sofort zu erkennen, welcher Apparat oder welche Gruppe die Gefahr gemeldet hat. Als Mangel dieser Einrichtung ist aber zu bezeichnen, dass es einmal zweifelhaft bleibt, ob Grubengas oder Kohlensäure das Alarmsignal verursacht hat, sowie ferner, dass nach Beseitigung der alarmirenden Gasmischung noch eine geraume Zeit verstreicht, bis das eingedrungene Gas durch Exosmose wieder ausgetrieben ist und dadurch der Kontakt selbstthätig wieder aufgehoben wird. Von diesen beiden Uebelständen ist der Körner'sche Apparat, welcher auf der Erhitzung des fein vertheilten Platinas durch langsame Verbrennung des Grubengases beruht, frei. Dagegen musste es — abgesehen von der unnöthig komplicirten Konstruktion des Anzeigeapparates — zweifelhaft erscheinen, ob die Erhitzung des Platinamohrs durch geringe Mengen beigemengten Grubengases auch unter allen Umständen sicher eintreten würde. Wie schon erwähnt, hatte der hochverdiente Professor Graham, der Entdecker der Osmose, bei Untersuchung des reinen Grubengases, welches an einer Stelle einer Kohlengrube kontinuirlich ausströmte, gefunden, dass dasselbe durch Berührung mit kaltem Platinamohr nicht, wie andere Kohlenwasserstoffe und Wasserstoff, langsam verbrennt, und erklärte dies sogar für ein Unterscheidungsmerkmal des Grubengases. Dem widersprach Payerne, ohne, wie es scheint, bei den Chemikern rechten Glauben gefunden zu haben. Es ist mir wenigstens über entscheidende anderweitige Versuche nichts bekannt geworden. Eine Reihe von Versuchen, die Herr Dr. Fellinger in meinem Laboratorium angestellt hat, haben nun aber entscheidend festgestellt, dass reines, aus essigsaurem Blei erzeugtes Grubengas in der That ebenso wie Wasserstoff und die übrigen gasförmigen Kohlenwasserstoffe durch die katalytische Wirkung des Platinamohrs auch dann mit Sauerstoff verbunden wird, wenn das Platinamohr nicht erwärmt ist. Auch ist die katalytische Wirkung des Platinamohrs in ausreichendem Grade konstant, um es zur Konstruktion eines Grubengasmelders verwenden zu können.

Weniger geeignet wie Endosmose und katalytische Wirkung des Platinas erscheint die von Winkler 1879 vorgeschlagene Methode der Anzeige des Grubengases durch Bestimmung der Verminderung des specifischen Gewichtes der Grubenluft. Einmal erfordern derartige Wägungen sehr exakte Einrichtungen mit grossen Ballons, die in den

feuchten, engen Grubengängen schwer anzubringen und in Ordnung zu halten sind, und zweitens können Schwankungen des Atmosphärendruckes und Kohlensäuregehaltes der Luft dieselben vollständig fälschen. Aber auch sowohl die Ansell'sche als die Körner'sche Methode der Anzeige von Grubengas leiden an dem Uebelstande, dass sie, abgesehen von Störungen, nur einen bestimmten Grad der Mischung der Grubenluft mit Grubengas anzeigen. Da eine geringe Beimengung von Grubengas niemals, auch bei kräftigster, völlig ausreichender Ventilation nicht, zu vermeiden ist, so zeigen die Apparate nur an, ob der zulässige Grad von Beimischung überschritten ist, oder nicht, geben aber keinen Anhalt dafür, in welchem Grade es der Fall ist und ob sich der Grubengasgehalt mit bedrohlicher Geschwindigkeit steigert oder konstant bleibt. Dies wird sich in befriedigender Weise dadurch erzielen lassen, dass man anstatt gewöhnlicher Quecksilber-Thermometer, wie Körner sie verwendet, thermo-elektrische Ketten benutzt. Sie sehen hier drei solcher Ketten, von denen die eine Seite mit einer dünnen Lage Platinamohr bedeckt ist. Jede dieser Ketten kommunicirt durch einen Leitungsdraht mit gemeinschaftlicher Rückleitung mit einem Galvanometer, das in praxi im Grubenhause aufgestellt sein würde. Sobald man unter eine dieser Glocken, unter welchen sich die thermo-elektrischen Ketten befinden, eine kleine Quantität Grubengas oder auch gewöhnliches Leuchtgas bringt, wird die betreffende Nadel abgelenkt. Die Grösse ihrer Ablenkung bildet nun ein Maass der Menge des Grubengases, welches der Luft beigemengt ist. Denkt man sich nun eine Reihe von solchen thermo-elektrischen Indikatoren an geeigneten Stellen vertheilt und lässt die Leitungen in das Grubenhaus münden, so geben die Ablenkungen der Galvanometer ein getreues Bild der jedesmaligen Beimischung von Grubengas in den verschiedenen Theilen der Grube. Der kontrollirende Ingenieur kann daher den Ventilationsapparat funktioniren lassen, um einer wachsenden Beimischung von Grubengas entgegen zu wirken, oder er giebt, falls bereits eine wirkliche Gefahr im Anzuge ist, ein elektrisches Glockensignal, welches die Arbeiter aus dem Schachte zurückruft. Man könnte auch, wie es bei der hier vorgelegten Einrichtung geschehen ist, die osmotische und die katalytische Methode kombiniren und die eine zur Kontrole der anderen benutzen. Die osmotischen Anzeiger würden dann so einzustellen sein, dass sie erst eine wirklich eintretende Gefahr durch Klingelsignale in- und ausserhalb der Grube anmeldeten, während die katalytischen durch die Ablenkung der Galvanometernadeln den Nachweis führten, dass die gemeldete Beimischung eines fremden Gases aus Grubengas oder einem anderen brennbaren Gase und nicht aus Kohlensäure besteht, und gleichzeitig Ort und Art des Anwachsens der gefährlichen Gasmischung anzeigten. Der Nachtheil des thermo-elektrischen Anzeigers gegenüber dem Körner'schen Vorschlage, dass er eine grosse Anzahl isolirter

Leitungen erfordert, kommt bei dem heutigen Stande der Technik weniger in Betracht, da sich mit verhältnissmässig geringen Kosten eine grosse Menge hinlänglich isolirter Leitungen in einem Kabel vereinigen lässt. Wenn nun auch keine mechanische Einrichtung stets unfehlbar funktionirt, mithin auch durch die gemachten Vorschläge keine absolute Sicherheit gegen schlagende Wetter zu erreichen ist, so erscheint es doch als ganz ausser Frage stehend, dass sich auf den angedeuteten Wegen die Sicherheit der Grubenarbeiter in sehr bedeutendem Grade erhöhen lässt. Der elektrotechnische Verein wird sich hoffentlich noch öfter mit dieser wichtigen Frage zu beschäftigen haben. Hat er durch diese Anregung erzielt, dass die Frage erhöhter Sicherheit gegen Schädigung durch schlagende Wetter überall in den betreffenden Fachkreisen ernst in Betracht gezogen und von ihnen anerkannt wird, dass es ausser Ventilation und Davy'scher Laterne noch andere, allem Anscheine nach brauchbare Hülfsmittel giebt, und dass es eine Pflicht ist, ihre praktische Anwendbarkeit zu prüfen, so hat er sich ein unbestreitbares Verdienst erworben.

Maschine zur Trennung magnetischer und unmagnetischer Erze.

(Vortrag im Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses am 7. Juni 1880.)

1880.

Meine Herren! Es ist eigentlich eine uralte Sache, über die ich Ihnen hier einige Worte sagen will. Die bekannte und vielfach angewendete Kraft des Magnetes, Eisen anzuziehen, ist in Gewerben fast so lange, als die Magnete existiren, angewendet. Man hat immer durch Kämme von Stahlmagneten aus den Spänen das Eisen entfernt; man wandte, um gleich auf die neueste Zeit überzuspringen, in der Müllerei, seit man nicht mehr mit Steinen, sondern mit Walzen zu mahlen anfing, wieder die Magnete an, um Eisenstücke aus dem Korn zu entfernen, weil ein solches Eisenstück, welches hineinkommt, die Walzen zerstört. In der Regel macht man es so, dass man Kämme aus Stahlmagneten in verschiedenen Lagen hinter einander setzt, so dass der betreffende Gegenstand von einem Kamm auf den andern fällt; das Eisen bleibt auf den Kämmen sitzen und wird dann von Zeit zu Zeit abgeputzt. Man hat auch Walzen gemacht, die aus lauter Magneten bestehen, deren Pole nach aussen gewendet sind, und auf die man das zu reinigende Korn auffallen lässt, und die nun herumgedreht werden, so dass während der Drehung das Eisen sitzen bleibt, welches dann durch Bürsten entfernt wird. Das geht alles recht gut, doch ist es nur da anwendbar, wo starke anziehende Kräfte vorhanden, also wo metallisches Eisen zu beseitigen ist, ferner da, wo es sich nicht um grosse Quantitäten handelt, denn diese Procedur ist ziemlich umständlich.

Veranlassung zu meiner Konstruktion gab eine belgische Gesellschaft, die Zinkerze in Spanien verarbeitet, und die dort einen Galmei bricht, der mit Eisenstein, ich glaube Spatheisenstein, umschlossen und schwer ganz von ihm zu trennen ist, so dass die zerkleinerte Masse aus einer Mischung von Spatheisenstein und von Galmei besteht; diese konnten durch keine Aufbereitungsarbeit von einander getrennt werden;

das ganze Eisen musste der Destillationsbehandlung mit unterworfen werden, und das kostete viel Kohle, die dort sehr theuer ist. Der Direktor der Gesellschaft kam also zu mir und fragte, ob wir ihm keine Maschinen machen könnten, welche die Erze trennten und zwar 20 Tonnen täglich. Ich lehnte es erst ab, aber die Herren bestanden darauf, und wir machten einen Vertrag, der das beiderseitige Interesse wahrte. So habe ich mir denn die Sache weiter durchdacht und bin dann zu dieser Maschine gekommen.

Wenn wir uns das technische Vorhaben überlegen, finden wir, dass es drei Momente sind, auf die man seine Konstruktionsgedanken richten muss. Die Magnete sollen nur das festhalten, was in ihre unmittelbare Nähe kommt; wenn man sie zu stark machte, würden sie auch nicht-magnetische Stücke mit festhalten; es darf also die magnetische Anziehungskraft nicht zu gross sein. Weiter ist es nöthig, den Magneten eine häufige Wahl zu geben, um alle Theile des durchgehenden Erzgemisches in wirkliche Berührung mit einem Magnetpole zu bringen. Es müssen also viele Magnetpole vorhanden sein und diese müssen sich mit wechselnder Polarität gegenüber stehen, damit durch magnetische Induktion das Anhaften noch vergrössert wird und so auch die grösseren Stücke festgehalten werden können. Ein zweiter Grundsatz muss ferner der sein, dass das Entfernen der magnetischen Theile kontinuirlich vor sich geht, überhaupt muss der ganze Process kontinuirlich verlaufen, sonst kann er keine Massen befördern; Elektromagnete, die abwechselnd magnetisch und unmagnetisch werden, sind hierbei nicht anzuwenden, weil diese zu grosse elektrische Arbeit kosten und keinen Apparat geben, der viel schaffen kann; es musste also eine Einrichtung getroffen werden, dass das, was an den Magneten fest gehalten wird, kontinuirlich abgestreift wird. Nun sehen Sie hier (Fig. 175) eine Maschine, wie ich sie auf diese Grundsätze hin konstruirt habe. Sie besteht aus einer etwas schief liegenden Axe, die mit einem Schraubengewinde umgeben ist; um dieses Schraubengewinde ist eine feststehende Messingröhre gelegt (die Axe ist Stahl, aber die Schraube und die Röhre Messing); die Röhre ist oben aufgeschnitten und aufgebogen und mit einem Abstreifer versehen, der sich tangential von innen an den magnetischen Hohlcylinder anlegt; dieser Hohlcylinder besteht nun aus lauter Eisenscheiben, die neben einander liegen und durch zwischenliegende Messingringe von einander getrennt sind; ausserhalb sind diese Eisenscheiben durch Eisenstangen verbunden, so dass sie also eigenthümlich gestellte Hufeisenmagnete werden, deren ringförmige Pole die innere Wand des Hohlcylinders bilden. Die Magnetisirung wird durch isolirte Drähte hervorgebracht, welche vor Anbringung der äusseren Eisenstangen zwischen die Scheiben gewickelt werden. Die ersten Zwischenräume erhalten aus einem Grunde, den ich nachher hervorhebe, nur wenig Windungen, die folgenden mehr, und nur am

Ende sind sie vollgewickelt. Durch den die Windungen durchlaufenden elektrischen Strom entsteht eine regelmässige Folge von Nord- und Südpolen. Wir haben also eine glatte Röhrenfläche, die aus lauter ringförmigen Nord- und Südpolen, die dicht neben einander liegen, besteht.

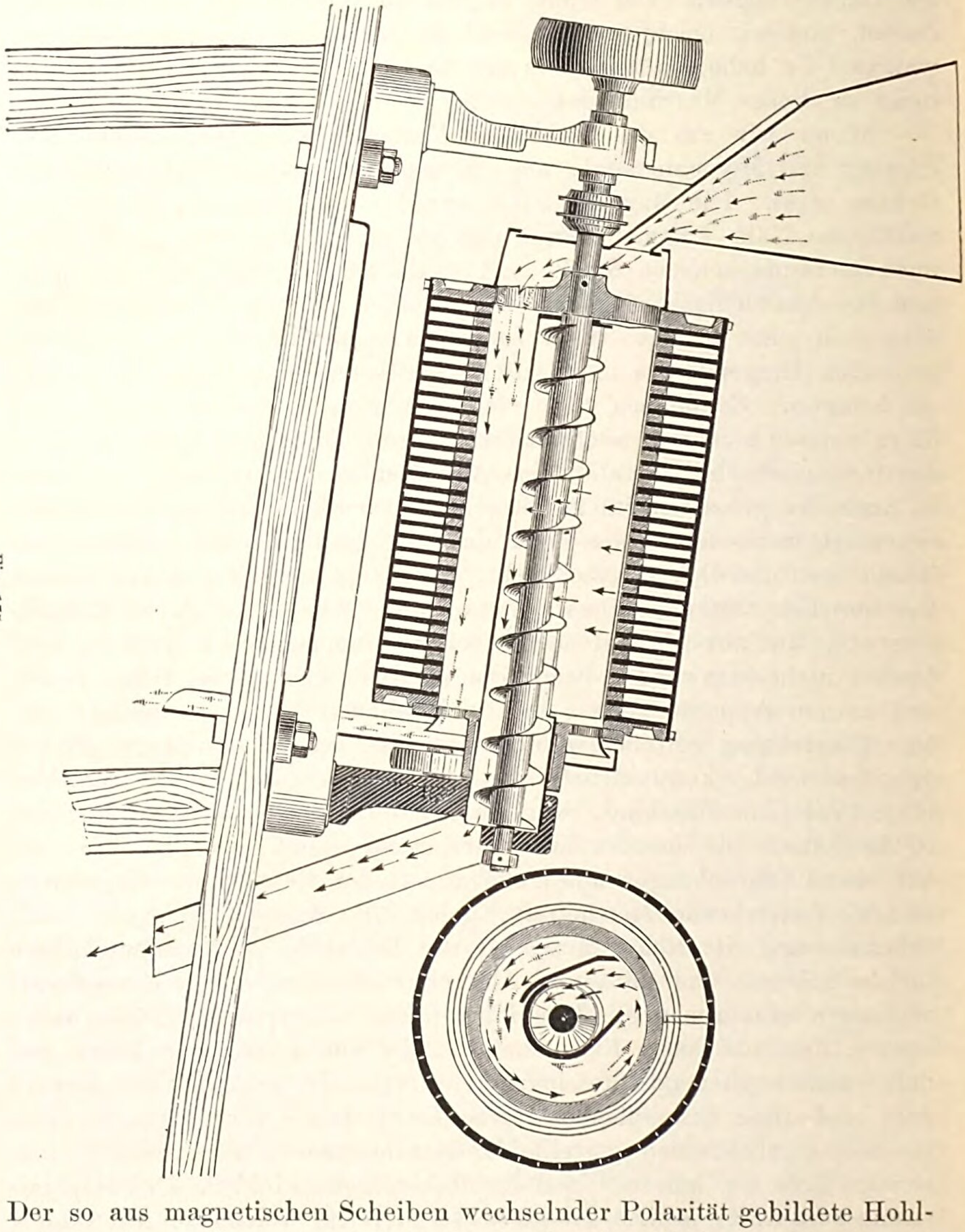


Fig. 175.

Der so aus magnetischen Scheiben wechselnder Polarität gebildete Hohlcylinder ist an dem einen Ende durch eine durchlöcherte Scheibe mit der Axe des Apparats verbunden, und am andern lagert er an der feststehenden inneren Messingröhre. Das zu trennende Material wird

dem ersteren Ende des Hohlcylinders zugeführt und durchläuft dann langsam den etwas schräg gestellten, rotirenden Cylinder. Es muss hierbei die rotirenden, ringförmigen Magnetpole passiren, welche die magnetischen Theile festhalten und mit in die Höhe nehmen, wo sie durch den Abstreifer festgehalten und in die feststehende innere Röhre geworfen werden, aus welcher sie durch die Schraube hinausgeschraubt werden. Wenn nun gleich am Anfange ein sehr starker Magnetismus vorhanden wäre, so würde hier gleich alles magnetische Material in zu grosser Masse festsitzen; der ganze Raum würde gefüllt werden und die Trennung würde entweder schon hier bei den ersten Ringen ganz vor sich gehen, oder, wenn das nicht ginge, würde der Apparat das nicht leisten können, was er soll; darum ist die Einrichtung getroffen, dass der Magnetismus erst allmählich in voller Stärke auftritt, so dass beim Durchgange des Erzes durch den rotirenden Hohlcylinder immer stärker werdende magnetische Kräfte auf die magnetischen Theile des Gemisches wirken. Wie stark der Strom zu machen ist, hängt von der Natur des Erzes und dem Grade der Röstung desselben ab. Es genügt gewöhnlich der Strom einer kleinen dynamo- oder magnetelektrischen Maschine, da die neue, hier zur Verwendung gekommene Form der Elektromagnete einen sehr starken Magnetismus erzeugt. Es hat sich herausgestellt, dass der vom Eisenerz zu trennende Galmei ebenfalls etwas eisenhaltig ist; er enthält 5 bis 10 Procent. Bei vollständiger Röstung genügt dieser Eisengehalt, um auch den Galmei durch die Magnetpole festzuhalten, wenn man zu starke Ströme anwendet. Es giebt also keine wirklich exakte Scheidung, weil auch das Eisen ein bischen Zink enthält. Deswegen muss der Strom so gewählt werden, dass man das gewünschte Scheidungsverhältniss bekommt; das kann man dadurch erreichen, dass man die stromerzeugende Maschine entsprechend schnell dreht.

Es scheint mir nun, dass eine solche Maschine heutzutage nicht ohne Werth wäre, nicht allein für das specielle Erzvorkommen, für welches sie konstruirt ist; ich meine, es giebt auch andere Fälle, wo es sich darum handelt, magnetische von unmagnetischen Erzen oder anderen Stoffen zu trennen. Wenn das kleine, hier in natürlicher Grösse gezeichnete Ding in Betrieb ist, giebt es schon 1 bis 2 Tonnen in der Stunde. Da man die Maschine beliebig vergrössern kann, so würde man auch weit grössere Quantitäten mit geringer Mühe und geringen Kosten verarbeiten können.

Ein anderer Punkt ist die Verwendung für die Müllerei. Ich las neulich eine Notiz in einer amerikanischen Zeitung, es hätte dort Jemand eine ähnliche Maschine gemacht, welche die überraschende Thatsache nachwiese, dass so viel Eisen im Korn wäre, dass man beinahe eine Eisenhütte auf alles das Eisen anlegen könnte. Das wäre ja nun eine Kleinigkeit, dass das Korn gleich vom Händler durch eine

solche Maschine gelassen und damit die Gefahr, die für die Mühlen entsteht, wenn Eisen im Korn ist, beseitigt würde. Ich glaube also, dass die Maschine von allgemeinerer Bedeutung ist. Ich glaube auch, dass die Konstruktion möglichst einfach und richtig ist. Man kann sie sich gar nicht anders denken, als eine Röhre, durch die das Material schnell hindurchläuft, und die sich schnell dreht, um allen Molekülen Gelegenheit zu geben, die Magnetpole zu berühren. In der Praxis hat sich die Maschine gut bewährt, die Besteller hatten 1000 kg von ihrem Erz herkommen lassen, die in Zeit einer Stunde völlig befriedigend getrennt wurden.

Elektrischer Pflug.

(Deutsches Reichspatent Nr. 12869 vom 12. September 1880.)

1880.

Bei den bisher in Anwendung befindlichen mechanischen oder Dampfpflügen ist es Bedingung, dass das zu bearbeitende Terrain vollkommen eben ist; ferner ermöglichen die vorhandenen Konstruktionen nicht, von der Geraden abweichende Furchen zu ziehen und setzen eine ebene, regelmässige, gewöhnlich rechteckige Grundform des umzupflügenden Feldes voraus. Der elektrische Pflug, welcher den Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildet, bezweckt die Beseitigung der jenen Werkzeugen anhaftenden Beschränkungen und ermöglicht, von einem stationären, selbst weit abgelegenen Betriebsmotor oder von einer beliebig aufgestellten Lokomobile aus, Felder von willkürlichen Abgrenzungen mit unebenen Flächen in beliebigen geraden oder krummen Richtungen umzupflügen.

Der elektrische Pflug ist auf beiliegender Zeichnung, Fig. 176 und 177, in Seitenansicht und Grundriss dargestellt. Das Gestell G ruht auf drei Rädern R_1, R_2 und R_3, von denen die beiden ersteren auf der Hauptaxe A sitzen, während letzteres drehbar gelagert ist, so dass das Gefährt mittelst desselben gelenkt werden kann. Die Kraft zur Fortbewegung des Pfluges wird von einer durch beliebige Betriebskraft in Bewegung gesetzten primären dynamo-elektrischen Maschine durch Vermittelung der Leitungen L_1 und L_2 einer auf dem Gestell angebrachten sekundären dynamo-elektrischen Maschine D zugeführt. Die Fortbewegung des Pfluges geschieht durch Triebstangen T_1 T_2, welche mit passenden Metallschuhen S_1 S_2 versehen sind, die in den Boden eingreifen und durch geeignete Mechanismen vorgeschoben und zurückgezogen werden, so dass dadurch eine Fortbewegung des Fahrzeuges eintritt. Die diese oscillirende Bewegung der Triebstangen hervorbringenden Mechanismen können in verschiedener Weise durch bekannte Vorrichtungen ausgeführt werden. Erfinder ziehen im Allgemeinen die

Anwendung desjenigen Mechanismus vor, welcher bei den englischen Drehrollen üblich ist, und haben diesen auch in der Zeichnung dargestellt. Hierbei bewirkt die Drehung des Ankers U der sekundären dynamo-elektrischen Maschine mittelst Kron- oder Zahnradübertragung durch die Räder r_1 r_2 die Drehung der auf einer Axe sitzenden Triebe t_1 t_2, welche die Vorwärtsschiebung und das Zurückziehen der Triebstangen T_1 T_2 durch an letzteren befestigte gezahnte Rahmen Z_1 Z_2 veranlassen. Diese Rahmen Z_1 Z_2 sind mit einer inneren Zahnung ohne Ende versehen und haben eine in sich zurücklaufende Nuth, in welche die vorstehenden Axen der Triebräder r_1 und r_2 eingreifen. Beim

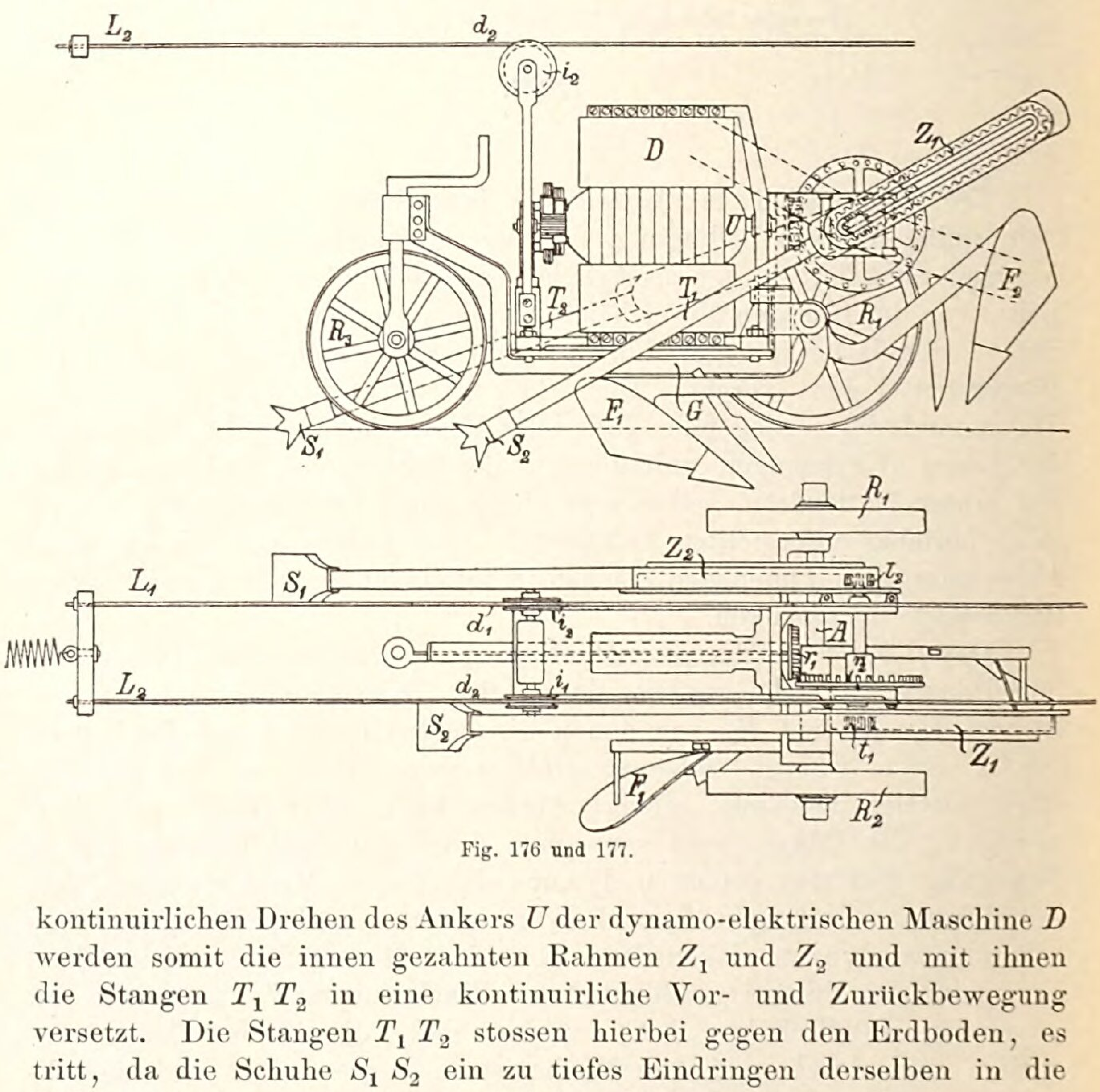


Fig. 176 und 177.

kontinuirlichen Drehen des Ankers U der dynamo-elektrischen Maschine D werden somit die innen gezahnten Rahmen Z_1 und Z_2 und mit ihnen die Stangen T_1 T_2 in eine kontinuirliche Vor- und Zurückbewegung versetzt. Die Stangen T_1 T_2 stossen hierbei gegen den Erdboden, es tritt, da die Schuhe S_1 S_2 ein zu tiefes Eindringen derselben in die Erde verhindern, eine kontinuirliche oder schrittweise Fortbewegung des Gefährtes ein, je nachdem die Räder t_1 t_2 so in die Rahmen eingesetzt sind, dass sie die beiden Triebstangen zugleich oder abwechselnd vorwärts treiben. Das an dem Gestell G bezw. der Axe A befestigte

Pflugschar zieht hierbei die Furche. Auf der Hauptaxe A sind zwei Pflugschare F_1 F_2 angebracht, deren eines beim Pflügen in der einen Richtung, deren anderes bei der in entgegengesetzter Richtung erfolgenden Fortbewegung des Pfluges in Thätigkeit tritt. Zur Umkehrung der Bewegungsrichtung des Fahrzeuges werden die Zahnrahmen Z_1 Z_2 mit den daran befestigten Stangen S_1 S_2 umgelegt. Der Abstand der Pflugschare von einander muss der Furchentiefe entsprechend sein. Es können auch zwei oder mehr Pflugschare neben einander angebracht werden, wenn die Boden- und Kraftverhältnisse es gestatten.

Bei dem gezeichneten Pfluge sind zwei Triebstangen T_1 T_2 zum Fortschieben dargestellt, welche bei leichtem oder mittlerem Boden und einfachen Furchen in der Regel ausreichen werden; die Zahl der Triebstangen kann aber ohne wesentliche Schwierigkeit verdoppelt oder auch verdreifacht werden.

Anstatt des beschriebenen Mechanismus zur Vor- und Rückwärtsbewegung der Triebstangen T_1 T_2 kann man auch einen Kurbel- oder Umschaltungsmechanismus anwenden.

Zur Zuleitung des elektrischen Stromes der primären Maschine zur sekundären dienen zwei auf dem Gestell G isolirt befestigte Rollen i_1 i_2, welche mit um dieselben herumgeschlungenen, ohne Spannung ausgestreckten Drahtseilen d_1 d_2 stets in leitender Verbindung sind. Die isolirten Rollen i_1 i_2 kommuniciren mit den Polen der sekundären dynamo-elektrischen Maschine, während die Drahtseile d_1 d_2, welche an einem Ende isolirt von einander am Boden befestigt sind, andererseits mit den Polklemmen der primären Maschine durch passende Zuleitungen verbunden sind. Durch diese Anordnung wird erreicht, dass bei der fortschreitenden Bewegung des Pfluges die leitende Verbindung zwischen treibender und getriebener dynamoelektrischer Maschine stets erhalten bleibt, während das Gefährt beim Pflügen in hinlänglicher Weise lenkbar ist. Anstatt die beiden Zuleitungsdrähte isolirt von einander der ganzen Länge der zu ziehenden Furchen nach auf dem Boden auszustrecken und über am Pfluge angebrachte Rollen laufen zu lassen, kann man auch anstatt der Metallrollen Trommeln anwenden, welche durch Federkraft oder Friktion gedreht werden und auf welche die Drahtlitzen sich bei der Fortbewegung des Pfluges auf- bezw. abwickeln.

Die Berührung des Erdbodens durch die Zuleitungsdrähte ist unschädlich und braucht nicht verhindert zu werden.

Patent-Ansprüche:

1. Die Fortbewegung von Pflügen durch auf denselben angebrachte sekundäre dynamo-elektrische Maschinen.

2. Die Fortschiebung des Pfluges durch mechanisch hin- und zurückbewegte Triebstangen mit für die Bodenart passenden Schuhen, die in den Boden eingreifen.
3. Die elektrische Verbindung der primären und sekundären Maschine durch zwei schwach ausgespannte Drahtlitzen oder Seile, die entweder über am Pfluge angebrachte Kontaktrollen geführt werden, oder sich auf dieselben aufwickeln.

Der elektrische Aufzug.

(Zeitschrift des elektrotechnischen Vereins, Oktober 1880.)

1880.

Die Kraftübertragung durch dynamo-elektrische Maschinen hat in dem von der Firma Siemens & Halske in Mannheim ausgestellten Aufzuge (*lift*) für Personen eine neue Anwendung getunden, die von grosser Bedeutung zu werden verspricht. Aufzüge von Personen, wie sie in grossen Hotels und Geschäftslokalen häufig eingerichtet werden, um den Gästen die Mühe und den Zeitaufwand des Treppensteigens zu ersparen, werden bisher fast ausnahmslos hydraulisch eingerichtet. Seilaufzüge, wie sie zur Hebung von Waaren u. s. w. allgemein benutzt werden, erachtet man als nicht sicher genug für die Personenbeförderung. Der hydraulische Aufzug ist aber sehr kostspielig in der Anlage und käufig kaum ausführbar, da er die Einsenkung eines Druckrohres von gleicher Tiefe wie die grösste Höhe der beabsichtigten Hebung bedingt. Auch der Betrieb solcher hydraulischen Aufzüge ist gewöhnlich sehr kostspielig, da jede einzelne Hebung die Füllung des Druckrohres mit unter hohem Druck stehendem Leitungswasser erfordert.

Der elektrische Aufzug soll nun diese Mängel des hydraulischen Aufzuges beseitigen, ohne eine geringere Sicherheit wie dieser darzubieten. Er beruht auf der Kraftübertragung durch dynamo-elektrische Maschinen. Das geringe Gewicht einer solchen Maschine im Vergleich mit ihrer Arbeitsleistung gestattet, die Maschine auf den durch sie zu bewegenden Fahrstuhl zu setzen und ihr durch Drahtleitungen den bewegenden elektrischen Strom zuzuführen. Die Einrichtung kann also in der Weise getroffen werden, dass die Maschine an einer festliegenden Leiter oder Zahnstange gleichsam hinaufklettert und den an ihr befestigten Fahrstuhl mitnimmt. Dieser feststehenden Leiter oder Zahnstange kann man jede gewünschte Festigkeit geben, so dass eine Gefahr ihres Bruches ganz ausgeschlossen ist. Bei sehr hohen Aufzügen kann man die Zahnstange auch an den Wandungen des Gebäudes oder Schachtes beliebig oft befestigen, so dass sie sich nicht in der ganzen Länge selbst zu tragen braucht.

Der erste derartige Aufzug, der von Siemens & Halske in der Mannheimer Industrieausstellung ausgestellt wurde, und der dazu diente, das Publikum auf einen Aussichtsthurm von ungefähr 20 m Höhe emporzuheben, ist nach diesen Grundsätzen gebaut. Die Zahnstange *L* (Fig. 178) ist hier eine aus Stahl bestehende Leiter, deren Wangen aus dreifachen Stahlblechen von etwa 5 mm Dicke und 60 mm Breite

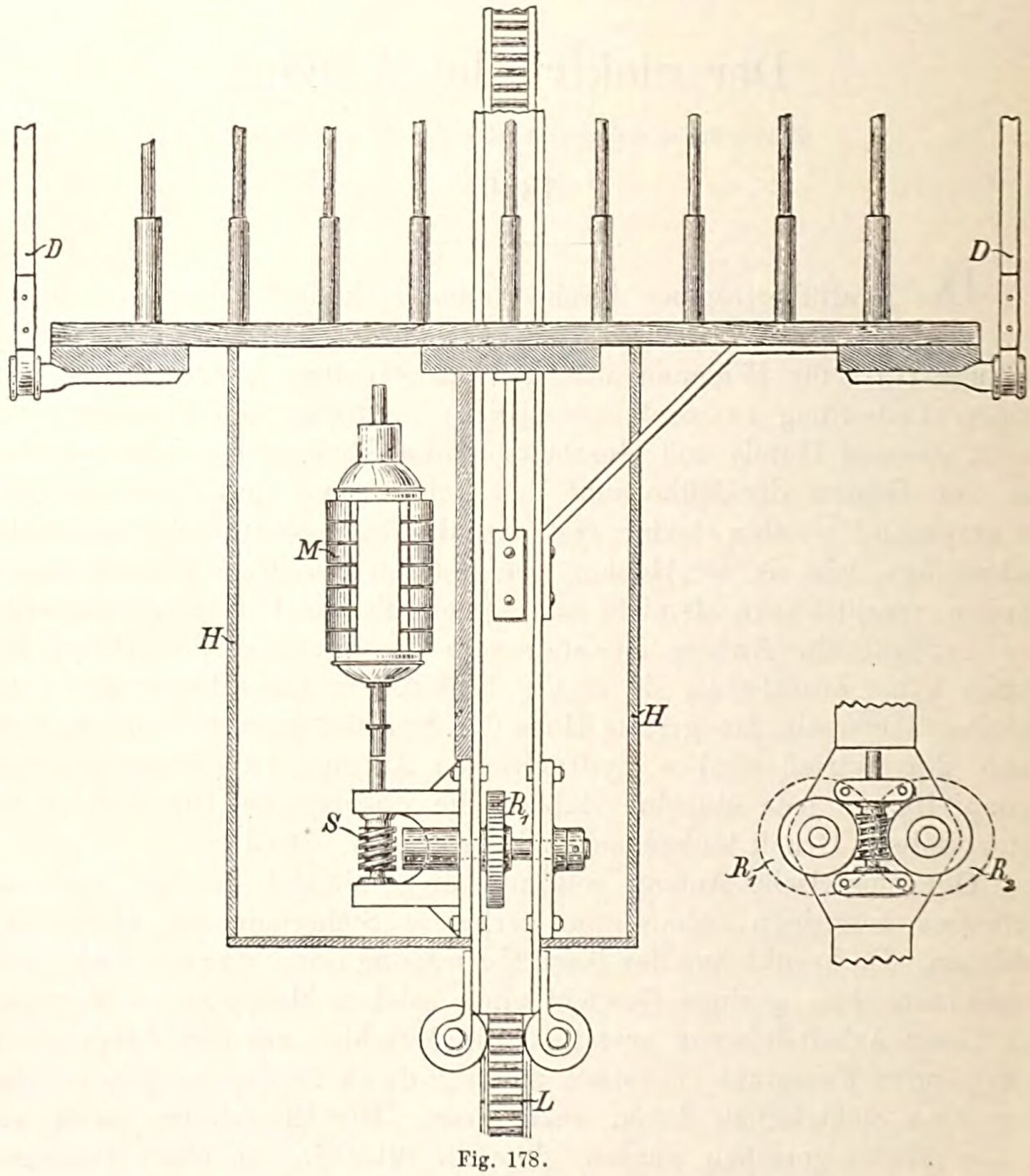


Fig. 178.

bestehen, die derartig mit einander vernietet sind, dass immer mindestens die volle Tragfähigkeit zweier Bleche in jeder der beiden Wangen zur Geltung kommt. Die beiden Wangen sind durch vernietete Sprossen aus Rundstahl von 15 mm Dicke mit einander zu einer leiterartigen Zahnstange verbunden. Die Sprossen haben einen Abstand von 35 mm, von Mitte zu Mitte gemessen. Die Leiter *L* reicht in senkrechter

Lage von der Höhe des Aussichtsthurmes zum Boden und ist oben und unten an starken Balken sicher befestigt. Die Leiter geht durch die Mitte des Fahrstuhles, unter welchem sich, von einem sie rings umschliessenden Holzkasten *H* umgeben, die Dynamo-Maschine *M* befindet. Die Axe dieser Dynamo-Maschine endet in einer Schraube ohne Ende *S*, die zwei Zahnräder R_1 und R_2 dreht, welche von beiden Seiten in die Sprossen der Leiter eingreifen. Ein auf dem Fahrstuhle befindlicher Hebel ist mit einem Stromschalter derartig verbunden, dass bei der mittleren Stellung des Hebels die Stromleitung unterbrochen ist, während die Hebelstellungen nach rechts oder links bewirken, dass die Dynamo-Maschine und mit ihr die treibende Schraube ohne Ende in dem einen oder anderen Sinne rotiren, den Fahrstuhl mithin auf- oder abwärts bewegen. Durch passende Einrichtungen wird bewirkt, dass sich diese Umschaltung selbstthätig an jedem Endpunkte der Hebung bezw. Senkung vollzieht.

Die Ganghöhe der treibenden Schraube ist so klein, dass ein Hinabschnellen des Fahrstuhles bei Unterbrechung des Stromes nicht eintreten kann. Um jedoch die Arbeit der Hebung der Last des Fahrstuhles und der Dynamo-Maschine zu ersparen und die Arbeitsleistung der Dynamo-Maschine beim Auf- und Niedergang des Fahrstuhles annähernd gleich zu machen, ist der Fahrstuhl und seine mittlere Belastung durch ein Gegengewicht, welches an zwei Drahtbandseilen *D* hängt, ausgeglichen. Das andere Ende der beiden, über zwei Rollen am oberen Ende des Aussichtsthurmes laufenden Drahtseile ist an dem Fahrstuhle befestigt. Diese Drahtseile und die Zahnstange selbst finden gleichzeitig Verwendung als Leiter der Elektricität, indem sie die primäre und sekundäre Dynamo-Maschine mit einander leitend verbinden. Die Leiter *L* wird von zwei Paar, oberhalb und unterhalb des Fahrstuhls angebrachten Rollen berührt, welche den Strom aus der Leiter *L* der Maschine *M* zuführen.

Durch den beschriebenen elektrischen Aufzug sind in den wenigen Wochen seiner Thätigkeit in der Mannheimer Ausstellung etwa 8000 Personen ohne jede Störung auf den Aussichtsthurm gehoben und wieder hinab befördert worden. Die Geschwindigkeit betrug etwa 0,5 m in der Sekunde.

Als Vorzüge dieses Systems vor dem hydraulischen lassen sich namentlich anführen: 1. die verhältnissmässig billige Herstellung und leichte Aufstellung und 2. der billige Betrieb. Dies gilt namentlich dann, wenn ein Motor zum Treiben der primären Dynamo-Maschine bereits vorhanden ist, oder wenn sich mehrere benachbarte Aufzugsbesitzer zur Einrichtung einer gemeinsamen Maschinenanlage zum Betriebe derselben vereinigen.

Zur Hebung von Gütern, Baumaterialien u. s. w., bei welcher absolute Sicherheit nicht, wie bei der Personenbeförderung, erste Be-

dingung ist, wird man sich der oben beschriebenen Hebungseinrichtung ausser etwa bei Hebungen auf sehr bedeutende Höhen, wohl nicht bedienen und statt derselben die Hebung durch Drahtseile verwenden. Es wird aber in vielen Fällen sehr zweckmässig sein, elektrische Transmission zur Drehung der Seiltrommeln zu verwenden. Namentlich bei Bauten und anderen Hebeeinrichtungen für vorübergehenden Gebrauch wird die elektrische Krafttransmission der Einfachheit und Leichtigkeit der Einrichtung und Aufstellung wegen sich häufig als sehr vortheilhaft erweisen.

Die dynamo-elektrische Maschine.

(Gelesen in der Berliner Akademie der Wissenschaften am 18. Nov. 1880.)

1880.

Mit dem Namen „dynamo-elektrische Maschine" bezeichnete ich in einer Mittheilung, welche der Akademie von meinem verehrten Lehrer und Freunde Martin Magnus am 17. Januar 1867 gemacht wurde, ein Maschinensystem, bei welchem die bis dahin bei Induktionsmaschinen zur Erzeugung elektrischer Ströme verwendeten Stahl- oder dauernd magnetisirten Elektromagnete durch solche Elektromagnete ersetzt waren, deren Drahtwindungen einen Theil des Stromlaufes der inducirten Drahtspiralen bildeten. Ich wies in dieser Mittheilung nach, dass bei jeder elektromagnetischen Kraftmaschine, wenn sie durch äussere Kräfte in entgegengesetztem Sinne gedreht wird, als dem, in welchem sie sich durch eine in ihren Stromkreis eingeschaltete galvanische Kette bewegt, eine fortlaufende Verstärkung des in ihren Windungen cirkulirenden Stromes eintreten muss. Ich zeigte ferner, dass bei zweckentsprechender Konstruktion der Maschine der im Eisen zurückbleibende Magnetismus ausreicht, um bei hinlänglich schneller Drehung diesen Steigerungsprocess einzuleiten, so dass eine einmal thätig gewesene Maschine für immer die Eigenschaft gewonnen hat, elektrische Ströme zu erzeugen, deren Stärke eine Funktion der Drehungsgeschwindigkeit ist. Endlich wies ich schon in dieser Mittheilung darauf hin, dass durch diese Kombination das bisher bestandene Hinderniss der Erzeugung sehr starker Ströme durch Aufwendung von Arbeitskraft hinweggeräumt sei, und sprach die Erwartung aus, dass viele Gebiete der Technik durch die ihr von nun an zu Gebote stehenden, leicht und billig zu erzeugenden, starken Ströme einen wichtigen Antrieb zu weiterer Entwickelung finden würden.

Es bedurfte eines Zeitraumes von vierzehn Jahren, bis die letztere Erwartung ersichtlich in Erfüllung ging. Gegenwärtig benutzt die Hüttenindustrie bereits dynamo-elektrische Maschinen, welche täglich Tonnen Kupfers galvanisch in chemisch reinem Zustande niederschlagen

und es dabei von den Edelmetallen, die es enthielt, trennen. Durch dynamo-elektrische Maschinen erzeugte Ströme speisen bereits Hunderttausende von elektrischen Lichtern, und diese beginnen schon in vielen Fällen die älteren Beleuchtungsarten zu verdrängen. Eine kaum übersehbare Tragweite scheint aber in neuerer Zeit die Uebertragung und Vertheilung von Arbeitskraft durch dynamo-elektrische Maschinen und namentlich die Fortbewegung von Personen und Lasten durch den elektrischen Strom zu gewinnen.

Obgleich ich an dieser Entwickelung der dynamo-elektrischen Maschine und ihrer Anwendung stets thätigen Antheil genommen habe, fand ich doch keine Veranlassung, der Akademie über diese Arbeiten zu berichten, da es weniger wissenschaftliche als technische Aufgaben waren, die gelöst werden mussten, um die Maschine selbst und die Hülfsorgane derselben für ihre technische Verwendung zweckentsprechend auszubilden.

Nachdem jedoch gegenwärtig hierin ein gewisser Abschnitt erreicht ist, bitte ich die Akademie, mir zu gestatten, ihr zunächst eine Uebersicht des Ganges dieser Entwickelung und der Richtungen, in welchen weitere Verbesserungen anzustreben sind, und demnächst eine Arbeit des Dr. Frölich vorzulegen, in welcher derselbe die zahlreichen von mir veranlassten Versuche mit dynamo-elektrischen Maschinen zusammengestellt und eine Theorie ihrer Wirkung und ihrer Benutzung zur Kraftübertragung entwickelt hat.

Bei der ursprünglich von mir konstruirten dynamo-elektrischen Maschine bestand der bewegliche Theil aus meinem rotirenden Cylindermagnete, dessen Konstruktion im Jahre 1857 von mir publicirt wurde[1]). Die Wechselströme, welche in den Leitungsdrähten dieses Cylindermagnetes bei seiner Rotation zwischen den ausgehöhlten Polen eines starken Elektromagnetes auftreten, wurden durch einen Kommutator mit Schleiffedern gleich gerichtet und durchliefen dann die Windungen des feststehenden Elektromagnetes. Es stellte sich bei dieser Maschine der unerwartete Umstand ein, dass die Erwärmung des rotirenden Ankers eine viel grössere war, als die Rechnung ergab, wenn man nur den Leitungswiderstand des Umwindungsdrahtes und die Stromstärke in Betracht zog. Als Ursache dieser grösseren Wärmeentwickelung ergab sich bald, dass das Eisen des Ankers selbst sich bedeutend erwärmte. Zum Theil war diese Erwärmung den Strömen zuzuschreiben, welche der Magnetismus des festen Magnetes im Eisen des rotirenden Ankers erzeugen musste (den sog. Foucault'schen Strömen); doch sie blieb auch zum grössten Theile noch bestehen, als der Anker aus dünnen Eisenblechen mit isolirenden Zwischenlagen, die den Foucault-schen Strömen den Weg versperrten, hergestellt war. Es musste daher

[1]) Poggendorff's Annalen Bd. 101, p. 271.

eine andere Ursache der Wärmeentwickelung im Eisen wirksam sein. Eine nähere Untersuchung der Erscheinung ergab in der That, dass das Eisen bei sehr schnellem und plötzlichem Wechsel seiner magnetischen Polarität sich erhitzt, wenn die Magnetisirung sich dem Maximum der magnetischen Kapacität des Eisens nähert. Dieser Uebelstand der Erhitzung des rotirenden Ankers machte es nothwendig, denselben bei längerem Gebrauche der Maschine durch einen Wasserstrom zu kühlen, um die Verbrennung der Umspinnung der Drähte und anderer durch Erhitzung zerstörbarer Theile derselben zu verhindern. Die Unbequemlichkeit dieser Kühlung und der durch die Umwandlung von Arbeit in Wärme bedingte beträchtliche Arbeitsverlust bildeten jedoch ein grosses Hinderniss der Anwendung der dynamo-elektrischen Maschine. Die Beseitigung desselben wurde angebahnt durch den magnetelektrischen Stromgeber, welchen Pacinotti im Nuovo Cimento 1863 publicirte. Derselbe bestand aus einem Eisenringe, welcher seiner ganzen Länge nach mit einer Drahtspirale umwunden war und der zwischen den ausgehöhlten Polen eines permanenten Magnetes rotirte. Durch magnetische Vertheilung bildeten sich in diesem Eisenringe Magnetpole, welche den entgegengesetzten Polen des festen Magnetes gegenüberstanden und ihre Lage auch dann beibehielten, wenn der Eisenring rotirte. Da hierbei die äusseren Theile der Drahtwindungen des Ringes kontinuirlich die beiden feststehenden magnetischen Felder zwischen den Magnetpolen und dem Eisenringe durchliefen, so mussten in dem in sich geschlossenen Umwindungsdrahte entgegengesetzt gerichtete elektromotorische Kräfte auftreten, die keinen Strom erzeugen konnten, weil sie gleich gross waren. Verband man aber die einzelnen Drahtwindungen oder gleichmässig auf der Ringoberfläche vertheilte Gruppen dieser Windungen leitend mit Metallstücken, die koncentrisch um die Rotationsaxe des Ringes gruppirt waren, und liess man diese unter zwei feststehenden Schleiffedern fortgehen, welche sich in gleichem Abstande von beiden Magnetpolen gegenüberstanden, so vereinigten sich die beiden entgegengesetzten Ströme der Drahtwindungen, welche nun eine Ableitung fanden, zu einem einzigen kontinuirlichen Strome durch den die Schleiffedern verbindenden Stromleiter. Ich hatte zwar schon viel früher eine ähnliche Kombination benutzt, um kontinuirliche Ströme mit Hülfe einer in sich geschlossenen Induktionsspirale zu erzeugen[1]),

[1]) Eine derartige Maschine zur Hervorbringung kontinuirlicher hochgespannter Ströme für telegraphische Zwecke war von Siemens & Halske in der Londoner Industrieausstellung von 1855 ausgestellt und befindet sich gegenwärtig im hiesigen Postmuseum. Sie besteht aus einem flachen Conus oder Teller, welcher auf einer ebenen Fläche sich abrollt. War der Rand der Mantelfläche des Conus mit kleinen Elektromagneten besetzt, deren Windungen einen in sich geschlossenen Leitungskreis bildeten, während die ebene Fläche mit Stahlmagneten armirt war, so näherte sich bei dem Fortrollen des Tellers die Hälfte der Elektromagnetpole den Polen

der Pacinotti'sche Ring hat aber vor dieser den Vorzug grösserer Einfachheit, und dass der allmählich vor sich gehende Polwechsel im Eisen weniger Wärme entwickelt. Dem Anschein nach hat Pacinotti seine Ringmaschine nur zur Herstellung kleiner magnet-elektrischer Stromerzeuger und kleiner elektromagnetischer Maschinen verwendet. Gramme in Paris hatte zuerst, im Jahre 1868, den glücklichen Gedanken, dynamo-elektrische Maschinen mit Hülfe des Pacinottischen Ringes auszuführen und dadurch die lästige Erhitzung des Eisens der rotirenden Cylindermagnete zu beseitigen.

Der Gramme'schen dynamo-elektrischen Maschine haftet aber noch der Mangel an, dass nur die die magnetischen Felder durchlaufenden äusseren Theile der Drahtwindungen der inducirenden Wirkung unterliegen, während die innere Hälfte derselben ohne wesentliche Wirkung bleibt und den Widerstand der Strombahn nur nutzlos erhöht. v. Hefner-Alteneck beseitigte denselben bei der nach ihm benannten dynamo-elektrischen Maschine zum grossen Theile dadurch, dass er den rotirenden Ring oder auch einen massiven Eisencylinder nur an der Aussenseite mit Windungen versah, welche gruppenweise, wie bei der Gramme'schen Maschine, mit Kontaktstücken und Schleiffedern oder Drahtbürsten kommunicirten. Die Gramme'sche und die v. Hefner'sche Maschine sind vielfach in wissenschaftlichen und technischen Schriften dargestellt und erörtert worden, ich werde daher hier auf eine specielle Beschreibung derselben nicht eingehen. Sie bilden gegenwärtig die typischen Grundformen für Maschinen zur Erzeugung starker elektrischer Ströme für technische Zwecke und werden diesen entsprechend in den verschiedensten Formen und Grössen ausgeführt. So besitzen z. B. die Maschinen v. Hefner'scher Konstruktion, welche zur Kupferraffinirung in der Kupferhütte zu Oker benutzt werden und von denen eine jede täglich in zwölf hinter einander geschalteten Zellen ca. 300 kg Rohkupfer auflöst und galvanisch in Plattenform wieder niederschlägt, Umwindungsdrähte von 13 qcm Quer-

der Stahlmagnete, während sich die andere Hälfte von denselben entfernte. Der gemeinsame Umwindungsdraht kommunicirte zwischen je zwei der Hufeisen-Elektromagnete, die sich in radialer Lage befanden, mit Kontaktstücken, die im Kreise um die Welle angebracht waren, welche den Teller drehte, d. i. rollen liess. Zwei mit der Welle verbundene isolirte Schleiffedern waren so eingestellt, dass sie stets die Kontaktstellen berührten, welche zu dem den Stahlmagneten nächsten und zu dem ihnen fernsten Elektromagnete führten. Da bei der Annäherung und Entfernung der Elektromagnete von den permanenten Magneten Ströme entgegengesetzter Richtung in den Windungen der ersteren inducirt werden, so vereinigen sich dieselben in den Schleiffedern zu einem kontinuirlichen, bei gleichmässiger Drehung konstanten Strome. Sollte die Maschine als elektromagnetische Kraftmaschine benutzt werden, so wurde ein eiserner Conus verwendet und die Elektromagnete in die ebene Fläche gesetzt. — — Vgl. auch den auf S. 97 ff. dieser Sammlung enthaltenen Aufsatz über die Tellermaschine.

schnitt, während Maschinen zur Erzeugung vieler elektrischer Lichter und zur Kraftübertragung Umwindungsdrähte vom Gewichte mehrerer Centner haben.

Diese in Vergleich mit früheren elektrischen Apparaten kolossalen Leistungen und Dimensionen werden jedoch noch bedeutend überschritten werden, wenn die neuerdings angebahnte Anwendung der dynamo-elektrischen Maschine zur Kraftübertragung allgemeiner geworden ist. Wenn man zwei dynamo-elektrische Maschinen in denselben Kreislauf bringt und die eine mit konstanter Geschwindigkeit dreht, so muss die andere sich als elektromagnetische Maschine in umgekehrter Richtung drehen, wie schon aus der Betrachtung folgt, dass eine dynamo-elektrische Maschine eine in umgekehrter Richtung gedrehte elektromagnetische Maschine ist. Der Gegenstrom, den diese durch den Strom rotirende Maschine erzeugt, schwächt nun den durch die primäre dynamo-elektrische Maschine erzeugten Strom und vermindert dadurch zugleich auch die Arbeit, welche zur Drehung der letzteren erforderlich ist. Hätte die sekundäre Maschine weder innere noch äussere Arbeit zu verrichten, so würde sich ihre Geschwindigkeit so weit steigern, bis ihre elektromotorische Gegenkraft der der primären Maschine das Gleichgewicht hielte. Es würde dann kein Strom mehr durch die Leitung gehen, aber auch weder Arbeit konsumirt noch geleistet. Vollständig kann dieser Gleichgewichtszustand natürlich niemals erreicht werden, weil die sekundäre Maschine innere Widerstände zu überwinden hat und weil die primäre Maschine eine von ihrer Konstruktion abhängende Geschwindigkeit erreichen muss, bevor der dynamo-elektrische Verstärkungsprocess des Stromes seinen Anfang nimmt. Wird der sekundären Maschine nun eine Arbeitsleistung aufgebürdet, so vermindert sich dadurch ihre Geschwindigkeit. Mit dieser vermindert sich die von der Rotationsgeschwindigkeit abhängige Gegenkraft, und es durchläuft nun beide Maschinen ein der Differenz ihrer elektrischen Kräfte entsprechender Strom, dessen Erzeugung Kraft verbraucht und der seinerseits in der sekundären Maschine die ihr auferlegte Arbeit leistet. Ich habe bereits an anderen Orten[1]) darauf hingewiesen, dass der bei dieser Kraftübertragung erzielte Nutzeffekt keine konstante Grösse ist, sondern von dem Verhältnisse der Geschwindigkeit beider Maschinen abhängt und dass er mit der Rotationsgeschwindigkeit derselben wächst. Durch die nachfolgend beschriebene Untersuchung hat sich dies innerhalb gewisser Grenzen bestätigt. Praktisch ist bisher ein Nutzeffekt bis zu 60 Procent der aufgewendeten Arbeit erzielt worden, und es sind mit den grössten zur Verwendung gekommenen Maschinen, — die allerdings nicht speciell für Kraftübertragung, sondern für Beleuchtungszwecke konstruirt waren, — bis zu 10 mit dem Prony'schen Zaume

[1]) Zeitschrift des elektrotechnischen Vereins. Februarheft 1879.

gemessene Pferdekräfte übertragen worden, mit einem Nutzeffekte von durchschnittlich 50 Procent. Es wird hiernach bei der elektrischen Kraftübertragung bisher nur etwa die Hälfte der aufgewendeten Arbeit als Nutzarbeit wieder gewonnen, während die Hälfte zur Ueberwindung der Maschinen- und Leitungswiderstände verbraucht und in Wärme umgewandelt wird. Die Grösse dieses Kraftverlustes ist offenbar von der Konstruktion der Maschine abhängig. Wäre keine Aussicht vorhanden, durch Verbesserung dieser Konstruktionen eine wesentliche Verminderung desselben herbeizuführen, so würde die technische Verwendung der elektrischen Kraftübertragung eine einigermaassen beschränkte bleiben. Es ist daher von Wichtigkeit, die in der Maschinenkonstruktion liegenden Ursachen des Kraftverlustes festzustellen und dann in Betracht zu ziehen, ob und auf welchem Wege eine gänzliche oder theilweise Beseitigung dieser Verlustquellen anzubahnen ist. Es können hierbei die rein mechanischen Kraftverluste durch Reibungen, Luftwiderstände, Stösse etc. in den Maschinen ausser Betracht gelassen werden. Sie bilden nur einen kleinen Theil des Verlustes, und ihre möglichste Verminderung ist durch Anwendung bekannter Konstruktionsgrundsätze herbeizuführen.

Die wesentliche und niemals ganz zu beseitigende physikalische Ursache des Kraftverlustes ist die Erwärmung der Leiter durch den elektrischen Strom. Da bei den Maschinen, bei welchen kein plötzlicher Wechsel des Magnetismus stattfindet, auch keine merkliche unmittelbare Erwärmung des Eisens der Elektromagnete eintritt, so braucht bei diesen überhaupt nur diese Erwärmung der Leiter durch die sie durchlaufenden Ströme in Betracht gezogen zu werden. Diese Leiter sind hier nicht nur die Leitungsdrähte der Maschinen und die leitende Verbindung derselben, sondern auch die bewegten Metallmassen der Maschinen, in welchen Ströme inducirt werden, die sie erwärmen (die sogenannten Foucault'schen Ströme). Als wesentlicher Grundsatz für die Konstruktion der dynamo-elektrischen Maschinen ergiebt sich hiernach, dass

1. alle ausserwesentlichen Widerstände der Maschine, d. i. hier alle diejenigen Leitungsdrähte, welche nicht elektromotorisch wirken, möglichst beseitigt oder doch vermindert werden.
2. Dass die Leitungsfähigkeit aller Leiter, auch der elektromotorisch wirksamen, möglichst gross gemacht wird.
3. Dass durch die Anordnung der Metallmassen, in welchen durch bewegte Stromleiter oder Magnete Foucault'sche Ströme erzeugt werden können, diesen die Strombahn möglichst abgeschnitten wird.
4. Dass der in den Elektromagneten erzeugte Magnetismus möglichst vollständig und direkt zur Wirkung kommt.
5. Dass die Abtheilungen der Windungen des inducirten Drahtes,

welche von Strömen wechselnder Richtung durchströmt werden, möglichst klein, die Zahl der Abtheilungen mithin möglichst gross gemacht wird, damit der beim Stromwechsel eintretende Extrakurrent möglichst klein wird.

Betrachten wir die beiden diesen Betrachtungen zu Grunde liegenden Maschinensysteme, das Gramme'sche und das v. Hefner'sche, vom Standpunkte dieser Konstruktionsbedingungen aus, so finden wir, dass dieselben bei beiden nur in unvollkommener Weise erfüllt werden.

Bei beiden Maschinen wirkt der Magnetismus nicht direkt inducirend auf die bewegten Drähte des Ankers, sondern es geschieht dies im Wesentlichen erst indirekt durch den im Gramme'schen Ringe oder dem v. Hefner'schen äusserlich umwickelten Eisencylinder durch die ausgehöhlten Magnetpole der festen Magnete erregten Magnetismus. Dass die direkte inducirende Wirkung der ausgehöhlten Magnetpole auf die rotirenden Drähte nur gering ist, ergiebt das Experiment, wenn man bei der v. Hefner'schen Maschine den Eisencylinder durch einen Cylinder aus nicht magnetischem Material ersetzt. Es folgt dies aber auch schon aus der Betrachtung, dass auf einen bewegten Draht nur diejenigen Theile des ausgehöhlten Magnetpoles in gleichem Sinne wie der Magnetismus des inneren Cylinders inducirend einwirken, welche ausserhalb der der Drehungsaxe parallelen, durch den rotirenden Draht gelegten Ebene liegen, die senkrecht auf dem Drehungsradius des Drahtes steht, während die innerhalb dieser Ebene liegenden Theile der ausgehöhlten Pole eine entgegengesetzte Wirkung ausüben. Es muss daher bei beiden Maschinen zur Herbeiführung einer bestimmten Induktionswirkung ein weit stärkerer Elektromagnet zur Wirkung kommen, wie unter günstigeren Bedingungen erforderlich wäre. Um diesen stärkeren Magnetismus zu erzeugen, muss ein grösserer Theil des zur Maschine verwendeten Leitungsdrahtes auf Kosten der Länge des inducirten Drahtes zur Magnetisirung des festen Magnetes verwendet werden.

Zur Beseitigung der Foucault'schen Ströme im rotirenden Eisenringe wird letzterer sowohl bei der Gramme'schen wie bei der v. Hefner'schen Maschine aus übersponnenen oder lackirten Eisendrähten gewickelt. Der Kreislauf dieser Ströme wird hierdurch auf den Umfang der Eisendrähte eingeschränkt, mithin auch der Wärmeverlust durch dieselben sehr klein gemacht. Dagegen bieten die ausgehöhlten Magnetpole diesen Strömen noch grössere geschlossene Strombahnen dar, welche Wärmeverluste bedingen.

Bei dem Pacinotti'schen Ringe der Gramme'schen Maschine liegt, wie schon hervorgehoben, ein grosser Kraftverlust — durch nutzlose Verlängerung des Umwindungsdrahtes — in dem Umstande, dass nur die äusseren Theile des Umwindungsdrahtes elektromotorisch wirken, während die im Inneren des Ringes liegenden Theile desselben nur

als Leiter auftreten und nutzlos erwärmt werden müssen. Bei dem nur äusserlich umwickelten v. Hefner'schen Eisencylinder ist dies Verhältniss wesentlich günstiger, doch bilden auch bei diesem die die Stirnflächen der Cylinder bedeckenden Drahtstücke todte Widerstände. Ist die Länge des Cylinders, wie gewöhnlich der Fall, ein Vielfaches des Durchmessers, so ist der durch die nicht inducirend wirksamen Drähte erzeugte Verlust an Leitungsfähigkeit allerdings weit geringer wie bei der Gramme'schen Maschine. Dagegen hat diese aber den Vorzug einer einfacheren Drahtführung, welche die Möglichkeit gewährt, eine grössere Zahl kleinerer Windungsabtheilungen einzuführen, wodurch der Kraftverlust durch den beim Wechsel der Stromrichtung eintretenden Extrakurrent und die zum Theil von diesem abhängige lästige Funkenbildung vermindert wird.

Von noch grösserer Bedeutung, wie diese Verlustquellen, welche alle auf unnütze Vergrösserung der zur Erzielung eines bestimmten Effektes erforderlichen Maschine und ihres Leitungswiderstandes hinführen, ist aber, wie aus der Zusammenstellung unserer Versuche durch Dr. Frölich hervorgeht, der rückwirkende Einfluss der die Drähte der Maschine durchlaufenden inducirten Ströme selbst. Dieser Einfluss ist bei beiden hier betrachteten Maschinensystemen ein doppelter, nämlich einmal die Verschiebung der Lage der magnetischen Pole des Pacinotti'schen Ringes, resp. des v. Hefner'schen Cylinders, und zweitens die Herabdrückung des magnetischen Maximums, sowohl der festen Magnetpole wie des Ringes, durch Magnetisirung des Eisens im Sinne der inducirten Ströme, mithin senkrecht auf die Richtung des wirksamen Magnetismus. Die inducirten Ströme suchen den Ring, resp. den Cylinder, derart zu magnetisiren, dass die Polebene senkrecht auf der Polebene der festen Magnete steht, es muss die wirkliche Polebene daher die Resultante der beiden, senkrecht auf einander stehenden, magnetisirenden Einflüsse sein. Es ergiebt sich dies auch daraus, dass man die Schleiffedern beim Gange der Maschine um einen von der Stärke des inducirenden Stromes abhängigen Betrag nachstellen muss, um das Maximum der Wirkung zu erhalten. Durch diese Magnetisirung in einer zur Richtung des inducirenden Magnetismus senkrechten Richtung wird nun ein Theil der hypothetischen magnetischen Eisenmoleküle in Anspruch genommen; es muss daher die Magnetisirung des Ringes durch den festen Magnet entsprechend kleiner werden. Aus dem Umstande, dass man die Kontaktfedern oder Bürsten bei schnellerer Rotation des Cylinders mehr wie bei langsamerem Gange nachstellen muss, auch wenn durch äussere eingeschaltete Widerstände die Stromstärke konstant erhalten wird, ergiebt sich ferner, dass entweder ein Mitführen des im Ringe oder Cylinder durch die feststehenden Magnetpole erzeugten Magnetismus durch das rotirende Eisen stattfindet, oder dass Zeit zur Ausführung der Magnetisirung erforderlich ist,

die Ringmagnetisirung mithin um so kleiner wird, je grösser die Rotationsgeschwindigkeit des Ringes ist.

Diesen Ursachen ist auch die auffallende Erscheinung zuzuschreiben, dass die Stromstärke der in sich geschlossenen Dynamomaschine nach Beendigung des Steigerungsprocesses der Drehungsgeschwindigkeit nahe proportional ist, während das dynamo-elektrische Princip an sich (d. h. ohne Berücksichtigung der Erwärmung der Drähte, der sekundären Wirkung der inducirten Ströme u. s. w.) bei jeder Drehungsgeschwindigkeit ein Ansteigen des Stromes bis zu derselben unendlichen Höhe bedingt, wenn der Magnetismus der Stromstärke proportional ist.

Ob und in wie weit eine Vervollkommnung der Konstruktion der dynamo-elektrischen Maschinen die geschilderten Mängel derselben zu beseitigen im Stande ist, lässt sich theoretisch nicht feststellen. Auf die Pläne, durch welche eine solche Vervollkommnung angestrebt wird, hier einzugehen, würde zwecklos sein. Um jedoch das Bild der gegenwärtigen Sachlage zu vervollständigen, will ich noch einige meiner Versuchskonstruktionen beschreiben, welche den Ausgangspunkt zu diesen Bestrebungen bilden. Dieselben hatten den direkten Zweck, Maschinen für chemische Zwecke herzustellen, bei welchen geringe elektromotorische Kraft ausreichend, aber sehr geringer innerer Widerstand erforderlich ist.

Die eine dieser Versuchskonstruktionen, die sogenannte Topfmaschine, hat als Grundlage meinen schon früher beschriebenen Cylindermagnet oder Doppel-T-Anker (Siemens armature). Wenn man einen solchen transversal umwickelten Magnet, dessen Polflächen Theile eines Cylindermantels sind, mit parallelen Leitern umgiebt, die an einem Ende sämmtlich mit einander leitend verbunden sind, und dieselben um den Cylindermagnet rotiren lässt, so werden in denjenigen Drähten, welche sich gerade über der einen Polfläche befinden, positive, in den über der anderen befindlichen negative Ströme inducirt, welche sich durch passend angebrachte Schleifkontakte, welche alle in gleichem Sinne inducirten Drähte oder Kupferstäbe leitend mit einander verbinden, zu Strömen grosser Stärke vereinigen, da der Widerstand der Maschine ein ausserordentlich geringer ist.

Die Potentialdifferenz der beiden Schleifkontakte konnte der Kürze der inducirten Leiter wegen selbstverständlich nur eine geringe sein. Sie erreichte bei der grössten zulässigen Rotationsgeschwindigkeit noch nicht ein Daniell, was aber ausreichend für galvanoplastische Zwecke ist.

Durch Anbringung eines Mantels aus isolirten Eisendrähten lässt sich die Stärke der magnetischen Felder und damit die elektromotorische Kraft des Stromes noch beträchtlich verstärken. Bei dieser Konstruktion der dynamo-elektrischen Maschine wirkt der Magnetismus direkt inducirend; es fällt daher bei ihr eine Reihe der oben erörterten Konstruktionsfehler fort. Sie bildet daher den Ausgangspunkt für verbesserte

Konstruktionen von dynamo-elektrischen Maschinen, über welche ich mir weitere Mittheilungen vorbehalte.

Eine zweite Konstruktion ruht auf einer ganz abweichenden Grundlage, nämlich auf der sogenannten unipolaren Induktion. Bekanntlich entsteht in einem Hohlcylinder, welchen man um das Nord- oder Südende eines Magnetstabes rotiren lässt, ein Stromimpuls, der sich durch einen Strom in der leitenden Verbindung von Schleiffedern an den beiden Enden des rotirenden Cylinders kundgiebt. Es wurde nun ein Hufeisen mit langen cylindrischen Schenkeln so placirt, dass die Polenden nach oben gerichtet waren. Das untere Drittheil der Schenkel wurde mit Drahtwindungen von sehr grossem Querschnitt (etwa 20 qcm) umgeben. Um die oberen zwei Drittel der Länge der Schenkel rotirten zwei Hohlcylinder aus Kupfer, deren untere Enden mit den oberen Anfängen der unter sich verbundenen Spiralen durch ein System von Schleiffedern kommunicirten, während die an dem oberen Ende derselben angebrachten Schleiffedern isolirt waren. Die rotirenden Cylinder waren mit einem eisernen Mantel umgeben, welcher den Zweck hatte, den Magnetismus des Elektromagnetes, resp. die Stärke der cylindrischen magnetischen Felder, in denen die Kupfercylinder arbeiteten, zu vergrössern. Es gelang bei den allerdings bedeutenden Dimensionen dieser Maschine, durch unipolare Induktion einen Strom zu erzeugen, welcher in einem äusserst geringen Widerstande thätig war und eine elektromotorische Kraft von ca. 1 Daniell besass. Trotz dieser verhältnissmässig bedeutenden Leistungen war der Nutzeffekt dieser Maschine nicht befriedigend, da die Reibung der Schleiffedern zu gross war und die Leistung der Grösse der Maschine nicht entsprach.

Ich will hier noch bemerken, dass mein Freund G. Kirchhoff mir einen beachtenswerthen Vorschlag machte, um die elektromotorische Kraft dieser Maschine durch Vergrösserung der Länge des inducirten Leiters zu vermehren.

Er schlug vor, die Wände der rotirenden Hohlcylinder durch Längsschnitte zu trennen und sie dann mit isolirenden Zwischenlagen wieder zu einem Hohlcylinder zusammenzufügen. Jedes Ende eines der so gebildeten isolirten Stäbe sollte mit einem isolirten Schleifringe leitend verbunden werden. Durch die im Kreise anzuordnenden Schleiffedern konnten dann die Enden der Stäbe beider Cylinder derartig verbunden werden, dass sie in demselben Sinne elektromotorisch wirkten. Technische Schwierigkeiten haben die Durchführung dieses beachtenswerthen Vorschlages bisher verhindert, es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass dieselben zu überwinden sind. Auffallend ist bei dieser Maschine, dass der Magnetismus des grossen Hufeisenmagnetes viel früher von der Proportionalität mit dem (primären) Strom abweicht, als zu erwarten war. In der nachfolgenden Tabelle enthält die erste Kolonne die Stärke des magnetisirenden Stromes in Stromeinheiten, die zweite

die Spannungsdifferenz an den Schleiffedern in Daniells, die dritte die Umdrehungszahl der Kupfercylinder. Wäre der Magnetismus der Stärke des primären Stromes proportional, so müssten die Zahlen der vierten Kolonne denen der ersten proportional sein, — was ersichtlich nicht der Fall ist. Ebenso wenig ist bei dem durch einen Widerstand geschlossenen Leitungskreise die in der letzten Kolonne angegebene Stromstärke in demselben dem Produkte aus Stromstärke des primären Kreises in die Tourenzahl, dividirt durch den eingeschalteten Widerstand, proportional.

Primärer Strom in $\frac{\text{Dan.}}{\text{S. E.}}$	Unipolare Maschine				
	S-Spannung an den Polen in Dan.	v-Touren	$\frac{S}{v}$ 100	Aeusserer Widerstand in $\frac{\text{S. E.}}{\text{Mill.}}$	Stromstärke in $\frac{\text{Dan.}}{\text{S. E.}}$
119	0.74	760	0.0974	∞	0
113	.73	810	.0901	"	"
102	.70	810	.0864	"	"
91	.69	825	.0836	"	"
83	.68	830	.0819	"	"
74	.68	840	.0810	"	"
65	.67	840	.0798	"	"
57	.66	850	.0776	"	"
43	.63	810	.0778	"	"
0	.10	820	.0012	"	"
42	.040	700		18	2.3
65	.036	660		18	2.1
90	.047	680		18	2.7
105	.052	680		18	3.0
124	.052	720		18	3.6
95	.128	670		160	0.8

Dass die Magnetschenkel, die aus Eisenröhren von 16 cm äusserem, 9 cm innerem Durchmesser und 116 cm Länge bestanden, schon bis zum Maximum magnetisirt gewesen waren, ist schon aus dem Grunde nicht anzunehmen, weil der schwache rückbleibende Magnetismus bereits etwa ein Achtel der stärksten Spannung gab, wie aus der 10. Versuchsreihe hervorgeht. Es ist aber möglich, dass der Magnetismus nicht gleichmässig auf die Peripherie der feststehenden Magnetschenkel vertheilt war, und dass daher die augenblicklich in schwächeren magnetischen Feldern befindlichen Theile der rotirenden Cylinder eine Nebenschliessung für die in stärkeren Feldern inducirten Ströme bildeten. Bei Durchführung des Kirchhoff'schen Vorschlages würde dies fortfallen.

Elektricität gegen Feuersgefahr.

(Vortrag im elektrotechnischen Verein am 27. December 1881.)

1881.

Meine Herren! Das entsetzliche Unglück in Wien hat die ganze Welt in Aufregung versetzt, und in allen Kreisen regen sich Berufene und Nichtberufene, Mittel vorzuschlagen, um solche Katastrophen künftig zu vermeiden. Ich glaube daher, dass auch der elektrotechnische Verein nicht stumm an diesem fürchterlichen Ereignisse vorübergehen kann, und dass es angemessen ist, hier die Frage einer näheren Betrachtung zu unterziehen, welchen Einfluss die Elektrotechnik ausüben kann, um die Feuersgefahr im Allgemeinen zu vermindern und um solche Katastrophen abzuwenden. Ich habe mich erboten, einen einleitenden Vortrag zu dieser Diskussion zu halten, bitte Sie aber, den Titel „Elektricität gegen Feuersgefahr", unter dem ich meinen Vortrag angemeldet habe, nicht so aufzufassen, als wollte ich damit die Elektricität als Universalmittel hinstellen zur Beseitigung der Feuersgefahr. Das ist überhaupt nicht möglich. Die Feuersgefahr ist nicht zu beseitigen. Wenn wir bedenken, dass wir in brennbaren Häusern wohnen, in denen die meisten Gegenstände unserer Umgebung, die Möbel, Geräthschaften, Vorhänge, Gardinen, Betten, sowie selbst unsere Kleidung, besonders die der Frauen und Kinder, brennbar sind, dass wir in dieser brennbaren Umgebung fortwährend mit Feuer hantiren, mit Kohlen oder Holz heizen, mit Gas, Petroleum und Kerzen beleuchten, dabei die so leicht entzündlichen Streichhölzer benutzen und sogar in der Tasche führen, so ist es klar, dass es absolut unmöglich ist, die Feuersgefahr selbst zu beseitigen oder auch nur wesentlich zu vermindern.

Dieselbe ist sogar fortwährend und beträchtlich gestiegen, obgleich wir die Häuser jetzt mehr und mehr aus Stein und Eisen bauen, Steintreppen einführen, Strohdächer beseitigen und andere Mittel zu ihrer Verminderung in Anwendung bringen.

Wenn trotzdem die Zahl der Brände und der Brandschäden im Ganzen nicht gestiegen, sondern sogar verringert ist, wie die Statistik

nachweist, so ist das im Wesentlichen der grösseren Uebung zuzuschreiben, die der Mensch in seinem fortwährenden Kampfe gegen das Feuer erlangt hat. Wir sind einmal zum steten Kampfe gegen das Feuer geboren. Auf die Vorsicht mit dem Feuer, auf das Löschen von kleinen Feuersgefahren werden die Kinder von ihren Müttern schon von frühester Jugend an dressirt, und wir bilden alle eine stets wachsame Feuerwehr!

Durch die wachsende Intelligenz und Kultur haben sich auch unsere Hülfsmittel in diesem fortwährenden Kampfe verbessert. Viele Einrichtungen sind geschaffen, um den Ausbruch und die Ausbreitung von Feuersbrünsten zu bekämpfen. Diese Einrichtungen sollen zunächst den Gegenstand unserer Betrachtung bilden.

Schon die Thatsache der überall und stets vorhandenen Feuersgefahr lehrt uns, dass es hauptsächlich darauf ankommt, kleine Feuer schnell zu löschen, bevor sie Zeit gehabt haben, sich gefahrdrohend zu entwickeln. Es kommt also darauf an, überall gute Löschmittel zur Hand zu haben und noch zu rechter Zeit gutgeschulte und organisirte Löschkräfte herbeizuschaffen, um ein ausgebrochenes Feuer zu dämpfen, ehe es eine bedrohliche Grösse angenommen hat. Die Elektrotechnik hat schon seit langer Zeit eine bedeutende Rolle hierbei gespielt. In unserer Heimathsstadt Berlin ist man zuerst, schon im Jahre 1852, damit vorgegangen, zugleich mit einer gut organisirten Feuerwehr ein die ganze Stadt umfassendes, systematisch geordnetes Feuer-Telegraphennetz anzulegen, und es ist ganz unzweifelhaft, dass sich seit dieser Zeit die grossen bedrohlichen Brände in Berlin verhältnissmässig bedeutend vermindert haben. Dieser Feuertelegraph besteht nun eben in passenden Einrichtungen, um so schnell wie möglich jedes ausbrechende Feuer zur Kenntniss der Feuerwehr zu bringen, wobei es Jedermann unbenommen bleibt, das Feuer aus eigenen Kräften schon vor deren Eintreffen zu löschen. Ein System von Feuerwehrstationen und Depots ist in der ganzen Stadt gleichmässig vertheilt, und dieselben sind durch Telegraphenleitungen mit einander, mit der Centralstation der Feuerwehr und den Polizeibüreaus verbunden. Die Einrichtungen sind so getroffen, dass von irgend einer Station alle übrigen gleichzeitig alarmirt werden können und zugleich Kenntniss von dem Orte des Feuers bekommen. Mit diesem Telegraphennetz ist ein zweites, weiter verzweigtes Leitungsnetz verbunden, in welchem sogenannte Feuermelder aufgestellt sind. Es sind dies einfache Mechanismen, welche von Jedermann durch einen Druck oder Zug in Thätigkeit gesetzt werden können, und die dann selbstthätig die nächste Feuerwehrstation alarmiren und ihr die Nummer des alarmirenden Apparates telegraphisch mittheilen. Von da aus geht nun die Meldung sogleich allen übrigen Stationen der Stadt zu. Diese Einrichtung hat sich als sehr segensreich erwiesen und ist auch von fast allen grösseren Städten nachgeahmt. Sie lässt sich

mit Vortheil weiter dahin entwickeln, dass die Zahl der Meldestellen noch sehr vergrössert wird. Wenn in Wien, wie es heisst, eine solche im Theatergebäude vorhandene Meldestelle nach Ausbruch des Feuers nicht mehr zugänglich war und deswegen die Meldung unterblieb, so würde vielleicht die Katastrophe, wenn auch nicht ganz vermieden, so doch wesentlich abgeschwächt sein, wenn mehrere Feuermelder vorhanden gewesen wären. Es sollten überhaupt alle grösseren, besonders feuergefährlichen Gebäude, wie Fabriken, öffentliche Gebäude u. s. w., durch einen oder mehrere Meldeapparate direkt mit der Feuerwehr in Verbindung stehen, damit die Anzeigen von Feuersgefahr möglichst schnell an die rechte Stelle kommen. Es liegt dies nicht nur im einseitigen, sondern im allgemeinen Interesse, weil besonders in eng gebauten Städten das Ausbrechen eines grossen Feuers für die ganze Umgebung, ja, wie der Hamburger Brand zeigt, sogar für ganze Stadttheile eine Existenzfrage bilden kann. Diese weitere Ausdehnung des telegraphischen Meldesystems ist als das wesentlichste Hülfsmittel anzusehen, durch welches die Elektrotechnik zur Verminderung von Feuerschäden mitwirken kann. Man kann dies System aber noch viel weiter entwickeln. In grossen Fabrikräumen, Theatern, öffentlichen Gebäuden sind so viele feuergefährliche, räumlich weit von einander entfernte und oft schwierig zugängliche Stellen, dass die einfache Meldung, es brennt, für den betreffenden Gebäudekomplex nicht ausreicht. Es muss zugleich der Ort, wo es in demselben brennt, angegeben werden, weil oft einige Minuten entscheidend sind, um einen gewaltigen Schaden abzuwenden. Wir haben hierfür in unserer eigenen Fabrik eine besondere Einrichtung, die dies dadurch bewirkt, dass die Feuermeldung mit der Wächterkontrole vereinigt ist.

In eine Drahtleitung, welche die ganze Fabrik durchläuft, sind an allen gefährdeten und schwer zugänglichen Stellen Apparate eingeschaltet, welche zugleich beiden Zwecken dienen.

Die Wächter müssen nämlich auf ihrem Gange durch die Fabrik an einem bestimmten, etwas versteckt angebrachten Knopfe ziehen, wodurch die Zeit ihres Besuches des Ortes auf einem Papierstreifen im Büreau registrirt wird. Das gewährt ausserdem den grossen Vortheil, dass der Apparat selbst immer in brauchbarem Zustande erhalten wird. Denn ein Mechanismus, der nicht regelmässig angewandt oder kontrolirt wird, ist nicht zuverlässig. An demselben Apparat ist nun noch ein zweiter, leicht erkennbarer Knopf angebracht, mit dem jeder, der daran zieht, eine Feuermeldung geben kann, indem eine Alarmglocke in Thätigkeit gesetzt und zugleich die Nummer des meldenden Apparates freigelegt wird.

Es wird dadurch gleich bekannt gemacht, in welchem Raume Feuersgefahr vorhanden ist, und es können sich alle verfügbaren Kräfte direkt dahin wenden, um die Gefahr zu beseitigen.

Denkt man sich in allen besonders feuergefährlichen grossen Ge-

bäuden, wie Theatern, Fabriken u. s. w., solche Einrichtungen getroffen und mit dem Feuertelegraphen verknüpft, so wäre es wunderbar, wenn eine Feuersgefahr nicht in der Regel beseitigt würde, ehe sie gefährliche Dimensionen angenommen hat, wenn eine gut organisirte Truppe, wie unsere Feuerwehr, in Reserve steht!

Ein zweiter Wirkungskreis der Elektrotechnik gegen Feuersgefahr liegt in der elektrischen Kraftübertragung. In dieser Richtung sind in neuerer Zeit durch das Wiener Brandunglück viele Projekte zum Vorschein gekommen. Die meisten Erfinder wollen die Feuermeldung und Löschung gleich automatisch einrichten. Sie wollen brennbare Schnüre ausspannen, die durch das Feuer vernichtet werden sollen, oder durch die Hitze des Feuers Kontakte hervorbringen, kurz, durch das Feuer selbst eine Thätigkeit ausüben lassen, die direkt die Feuermeldung besorgt, den eisernen Vorhang bei Theatern niederlässt, Spritzen in Gang setzt, Ventilatoren öffnet u. s. w. Ich muss mich im Allgemeinen gegen diese automatischen Einrichtungen erklären. Die Feuersgefahr ist eine so vielseitige, so von allen Seiten kommende, dass man sich nicht auf solche Einrichtungen verlassen könnte, selbst wenn sie immer in guter Ordnung wären. Sie tritt in der Regel gerade da auf, wo man es am wenigsten vermuthet, und wenn es die automatisch wirkenden Einrichtungen erreicht und die erforderliche Wirkung ausgeübt hat, ist es zum Löschen zu spät. Die einzige sichere, immer richtig funktionirende Hülfe gegen Feuersgefahr bietet der thatkräftige, vernünftige Mensch; dieser muss die Mittel erhalten, seine Thatkraft zu rechter Zeit am rechten Ort in Thätigkeit bringen zu können, und muss die richtigen Löschmittel schnell zur Hand haben. Hierzu kann die elektrische Kraftübertragung mit Vortheil verwendet werden. Es lassen sich leicht Einrichtungen treffen, um von einem oder mehreren Punkten aus durch einfache Kontaktschlüsse in grosser Schnelligkeit mechanische Operationen auszuführen, die zweckmässig sind, um das Feuer abzusperren, sein Weitergreifen zu verhindern oder auch es zu löschen. Es verdient das namentlich bei Theatern Beachtung, in denen eine grosse, eng an einander gedrängte Menschenmenge einer ungewöhnlich grossen Feuersgefahr ausgesetzt ist, bei denen es daher unabweisbare Pflicht ist, alle erdenkbaren Hülfsmittel gegen die Feuersgefahr in Anwendung zu bringen. Ist eine elektrische Beleuchtung vorhanden, oder werden andere elektrische Kraftübertragungen dauernd angewandt zur Ausführung nöthiger Arbeiten, wie z. B. zum Verschieben der Kulissen, Bewegung schwerer Vorhänge oder Versenkungen u. s. w., so ist der nöthige Strom für die Verwendung der Kraftübertragung zum Feuerlöschen immer vorhanden. Wäre der eiserne Vorhang des Wiener Theaters immer durch elektrische Kraftübertragung bewegt worden, so hätte die Hitze des ausgebrochenen Feuers das Niederlassen desselben nicht verhindern

können, wie es der Fall gewesen sein soll. Die elektrische Maschine erträgt eine ziemlich grosse Hitze und würde durch sie nicht verhindert sein, ihre Thätigkeit auszuüben, wie der damit beauftragte Mann.

Doch nicht allein zur schnellen Beseitigung entstandener Feuersgefahr kann die Elektricität in sehr wirksamer Weise beitragen, sie kann auch die Feuergefährlichkeit selbst durch Einführung der elektrischen Beleuchtung in hohem Grade vermindern.

Merkwürdigerweise sind gerade in neuerer Zeit vielfach entgegengesetzte Ansichten in öffentlichen Blättern ausgesprochen. Die elektrische Beleuchtung soll lebensgefährlich und in so hohem Grade feuergefährlich sein, dass sogar Versicherungsgesellschaften Anstand genommen hätten, elektrisch beleuchtete Gebäude zum gewöhnlichen Satze zu versichern!

Wenn auch der Elektrotechniker geneigt ist, solche haltlose Behauptungen unbeachtet zu lassen, so wird es doch zweckmässig sein, die Gründe zu prüfen, auf denen sie beruhen. Sie gehen sonst aus einer Zeitung in die andere über und werden schliesslich vom Publikum für wahr gehalten! Feuergefährlich ist natürlich auch die elektrische Beleuchtung, und auch lebensgefährlich kann sie bei unvernünftiger Handhabung unter Umständen werden. Es ist auch zuzugeben, dass diese Gefahren durch die Neuheit der Sache und die geringe Verbreitung der Kenntniss der Elektricitätslehre, sowie durch den Mangel an Erfahrungen noch wesentlich gesteigert werden. Es fragt sich aber einmal, ob die Gefährlichkeit, die sich in vereinzelten Fällen gezeigt hat, in der Natur der Sache begründet ist oder nicht, und zweitens, ob sie grösser oder kleiner ist, wie bei einer anderen Beleuchtungsart. Als Gründe für die Feuergefährlichkeit sind einige Fälle angeführt, wo durch herabgefallene glühende Kohlenstückchen Feuersgefahr entstanden ist. In einem anderen Falle haben sich dünne Drähte, die zu Glühlampen führten, losgelöst und sind in Berührung gekommen. Dadurch wurden sie glühend und entzündeten benachbarte brennbare Gegenstände. In einem dritten Falle sollen von den unbedeckten Leitungsdrähten elektrische Funken ausgegangen sein und benachbartes Holz entzündet haben. Den ersten Punkt anlangend, so kam es früher, als man noch aus Retortenkohle geschnittene Kohlenstäbe anwendete, allerdings häufig vor, dass glühende Kohlenstückchen absplitterten und niederfielen. Durch die jetzt allgemein verwendete Presskohle ist dieser Uebelstand aber vollständig beseitigt. Trotzdem wird jedoch kein Sachverständiger elektrische Lampen in feuergefährlichen Räumen ohne eine sichere Umhüllung von Glaskugeln mit Drahtgeflecht oder von geschlossenen Laternen aufstellen. Dass dünne Leitungsdrähte, die von starken Strömen durchflossen werden, glühend werden, ist eine bekannte Thatsache. Es ist Sache des Elektrotechnikers, die Leitungsfähigkeit der Drähte so zu bestimmen, dass eine schädliche Erwärmung

derselben nicht eintreten kann, und dieselben so sicher zu befestigen und zu bedecken, dass eine Loslösung unmöglich ist. Es kann ja ein solcher Fall bei einer provisorischen Anlage, wie die im Pariser Ausstellungspalaste war, wohl einmal eintreten, es ist dann aber nicht die Elektricität, sondern die Unkenntniss oder der Leichtsinn des Arbeiters und des die Arbeit leitenden Ingenieurs an dem Unfalle Schuld. Ganz unverständlich ist der dritte Fall, dass von unbedeckten Leitungsdrähten Funken ausgegangen seien, die Nägel glühend gemacht und das Holz, in dem sie steckten, angesteckt hätten! Die zur elektrischen Beleuchtung verwendeten elektrischen Ströme haben eine verhältnissmässig geringe elektrische Spannung. In der Regel übersteigt sie die einer galvanischen Batterie von einigen Hundert Daniell-schen Elementen oder Volts nicht. Eine solche elektrische Spannung hat aber noch keine messbare Schlagweite. Selbst bei einigen Tausend Volts Spannungen geht ohne vorherige metallische Berührung noch kein Funke zwischen den Leitungsdrähten oder von ihnen zu anderen Körpern über. Die oft wiederholte Angabe, dass Funken oder blitzartige Schläge von den Leitungen abgesprungen wären, können daher nur auf Selbsttäuschung beruhen. Es kann allerdings ein an Holz befestigter Leitungsdraht glühend werden und das Holz entzünden, wenn er zu dünn im Verhältnisse zu den Strömen, die ihn durchlaufen, ist, oder aus nicht hinlänglich gut leitendem Materiale besteht. Daran ist dann aber wiederum nicht die Elektricität, sondern die schlechte Handhabung derselben Schuld. Eine gut angelegte elektrische Beleuchtung bietet alle diese Gefahren nicht und muss für völlig gefahrlos erklärt werden.

Ebenso übertrieben worden sind die Gefahren für Leben und Gesundheit durch die elektrischen Maschinen und Leitungen. Bei sehr hochgespannten elektrischen Strömen, wie sie neuerdings von Brush in Amerika angewendet werden, kann es in der That lebensgefährlich werden, wenn man gleichzeitig die beiden Polklemmen der elektrischen Maschine oder die Leitungsdrähte anfasst, da der dann den Körper durchlaufende starke Strom einen Muskelkrampf erzeugt, der es unmöglich macht, sie schnell wieder loszulassen. Um das zu verhüten, müssen die Leitungen gegen zufällige Berührung geschützt werden. Thut Jemand es absichtlich, wie in einem angeführten Falle bei einer Brush-Maschine der Fall gewesen sein soll, so begiebt er sich freiwillig in Lebensgefahr, wie wenn er die Hand unter den Treibriemen der Maschine legte! Dass die Gefahr nicht übermässig gross ist, geht wohl schon daraus hervor, dass in der Fabrik von Siemens & Halske, in der wohl mehr wie irgendwo in der Welt mit starken elektrischen Strömen experimentirt wird, noch nie Jemand durch den elektrischen Strom beschädigt worden ist!

Mag aber auch immerhin die elektrische Beleuchtung nicht ganz

frei von Feuergefährlichkeit sein, so ist diese doch sicher gar nicht in Vergleich mit der Feuersgefahr jeder anderen Beleuchtungsart und namentlich der Gasbeleuchtung zu bringen! Bei dieser ist es namentlich die Explosionsgefahr, die überall da vorhanden ist, wo unverbranntes Gas sich mit Luft gemischt hat, welche die Feuersgefahr so sehr vergrössert. Ferner ist das Anstecken der Gasflammen in Räumen, die mit leicht brennbaren Stoffen angefüllt sind, wie in Theatern, stets mit beträchtlicher Feuersgefahr verknüpft, eine Gefahr, die bei der elektrischen Beleuchtung ebenso vollständig fortfällt, wie die Explosionsgefahr und die der Vergiftung durch ausgeströmtes, unverbranntes Leuchtgas.

Der Anwendung der Elektricität zur Beleuchtung der Theater hat man bisher nicht ohne Grund das Bedenken entgegengesetzt, dass die Beleuchtung mittels starker elektrischer Lichter die beabsichtigten künstlerischen Effekte störe, indem die Schatten zu stark und ungleichmässig und die bläulichweisse Lichtfarbe unzweckmässig wäre. Zum grossen Theile sind diese nicht unberechtigten Bedenken schon durch die von der Firma Siemens & Halske zuerst durchgeführte Theilung des elektrischen Lichtbogens beseitigt. Vermittelst der Differentiallampen, die gegenwärtig in nur unwesentlich modificirten Formen überall zur Anwendung gebracht werden, kann man das von einer Elektricitätsquelle ausgehende Licht jetzt innerhalb weiter Grenzen räumlich vertheilen und dadurch unschöne Schattenbildungen beseitigen. Dass das elektrische Licht bläulich wäre, ist, wie ich an einer anderen Stelle schon ausgesprochen habe, ein Irrthum, der auf Selbsttäuschung beruht. Es ist durch direkte Vergleiche der Farbe des Sonnenlichtes mit der des elektrischen unzweifelhaft festgestellt, dass ein elektrisch beleuchteter weisser Gegenstand, verglichen mit einem durch Sonnenlicht beleuchteten, gelblich erscheint, während er, durch Gaslicht beleuchtet, roth ist. Die Selbsttäuschung besteht nun darin, dass wir gewohnt sind, die Welt nach Sonnenuntergang roth beleuchtet zu sehen und dass wir von dieser Grundlage aus uns eine veränderte Farbenskala bilden. Tageslicht würde uns danach des Nachts noch bläulicher erscheinen, wie das gelbliche elektrische Licht. Es würde sich diese falsche Vorstellung ändern, wenn elektrische Beleuchtung allgemein eingeführt wäre. Da dies aber noch nicht der Fall ist, auch wohl sobald nicht eintreten wird, und da die Farbenzusammenstellung der Bühnendekorationen, der Toiletten und der Schminke der Schauspieler einmal auf die Beleuchtung durch röthliches Gas- oder Lampenlicht eingerichtet sind, so muss das Bedenken gegen die Bühnenbeleuchtung durch elektrisches Bogenlicht als begründet anerkannt werden. Die fortgeschrittene Elektrotechnik hat aber eine Aushülfe bereits in der Verbesserung des elektrischen Glühlichtes gefunden. Das Glühlicht, im Gegensatze zum Davy'schen Lichtbogen, ist eigentlich die älteste

Art der Lichterzeugung durch den elektrischen Strom. Bereits Volta, der grosse Entdecker des galvanischen Stromes und der nach ihm benannten Säule, fand, dass Drähte hellglühend wurden, wenn sie von starken elektrischen Strömen durchlaufen wurden. Es ist später vielfach versucht, diese Erscheinung zu Beleuchtungszwecken zu verwerthen. Grove, der berühmte Erfinder der nach ihm benannten galvanischen Batterie, hat sich bereits eingehend mit der praktischen Verwerthung des Glühlichtes beschäftigt und sowohl Platinadrähte wie Kohlenplättchen dazu in Vorschlag gebracht. Es ist ferner die Glühlampe eines Herrn King zu nennen, der Kohlenstäbchen in der Toricelli-Leere glühen liess. Endlich haben später Jobard, de Changy und besonders Ladyguine in Petersburg sich mit dem Kohlenglühlichte beschäftigt. Durch Edison, Swan, Maxim u. A. sind neuerdings diese Kohlenglühlichte nach und nach weiter vervollkommnet durch verbesserte Darstellung der Kohlenfäden und Vervollkommnung des luftleeren Raumes, in welchem man sie zum Glühen bringt. Es ist dadurch gelungen, Glühlampen herzustellen, welche die Leuchtkraft einer starken Gasflamme haben und Monate lang ununterbrochen leuchten können, ohne dass die dünnen Kohlenfäden verzehrt werden oder zerbrechen. Die Arbeitskraft, welche zur Erzeugung solchen Glühlichtes aufgewendet werden muss, ist freilich noch immer ansehnlich grösser wie bei dem elektrischen Lichtbogen, dafür kann man mit ihnen aber die Theilung des elektrischen Lichtes bis zu jeder beliebigen Grenze hin ausdehnen. Für den Theaterbeleuchtungszweck besonders haben die Kohlenglühlichter noch die wesentlichen Vorzüge, dass die Feuersgefahr bei ihnen fast ganz fortfällt, dass sie ausserordentlich leicht zu entzünden, zu löschen und in der Lichtstärke zu modificiren sind, und dass die Lichtfarbe röthlich, wie die des Gaslichtes, ist. Selbst im Falle des Zerschlagens einer solchen Glühlampe entsteht keine Feuersgefahr, da der feine Kohlenfaden dann zerbricht und fast augenblicklich schwarz wird. Er würde kein umherliegendes Zündhölzchen noch entzünden können.

Durch eine Kombination der eigentlichen elektrischen Beleuchtung mittels Differenziallampen mit Glühlichtern lässt sich nun das Problem der gefahrlosen Theaterbeleuchtung in fast vollkommener Weise lösen. Ist der Vorhang niedergelassen, so soll helles, belebendes Licht den Zuschauerraum erleuchten. Es lässt sich dies fast momentan durch eine entsprechende Anzahl von zweckmässig placirten Differentiallampen erreichen und ebenso momentan vor Aufzug des Vorhanges diese helle Beleuchtung wieder beseitigen. Dann soll der Zuschauerraum nur noch milde und wie die Bühne mit röthlichem Lichte beleuchtet sein. Zu dem Ende hat man nur einen oder mehrere Kränze von Glühlichtern an den Galerien anzubringen, welche unausgesetzt in Aktion bleiben. In gleicher Weise können die Zugänge und Treppen be-

leuchtet sein. Damit auch für den Fall des Versagens einer Maschine oder des Bruches eines Drahtes keine Dunkelheit eintritt, wird man auch hier die Vorsicht gebrauchen, zwei ganz von einander gesonderte Stromkreise mit besonderen Maschinen anzubringen und die Glühlampen abwechselnd in den einen oder anderen Kreis einzuschalten. Bei ganz grossen Gebäuden könnte man auch drei oder noch mehr Leitungskreise anbringen, wodurch die Sicherheit der Beleuchtung fast absolut wird. Besonders wichtig ist es aber, das feuergefährliche Gas, sowie alle Flammenbeleuchtung von der Bühne vollständig zu verbannen. Es kann dafür kaum eine geeignetere Beleuchtung erdacht werden, wie das elektrische Glühlicht. Die Glühlampen lassen sich mit grösster Leichtigkeit, nachdem die Leitungen einmal solide und sicher verlegt sind, überall anbringen, anstecken und auslöschen, und zwar jede Lampe für sich oder auch serienweise von einer Stelle aus, es lässt sich die Lichtstärke und Lichtfarbe vom dunklen Roth bis zum röthlichweissen Lichte des besten Gaslichtes beliebig erhöhen und vermindern, und es ist diese Beleuchtung so vollständig feuergefahrlos, dass man die hermetisch verschlossenen, nur schwer zu zerbrechenden Lämpchen mit dem feuergefährlichsten Material in direkte Berührung bringen könnte!

Alle diese Eigenschaften machen die elektrische Beleuchtung so ganz besonders geeignet für die Theaterbeleuchtung, dass es nur als eine Frage der Zeit erscheint, dass ein Theater ohne sie kaum noch zu denken sein wird. Um diese Zeit möglichst abzukürzen, *wäre es sehr zu wünschen, dass die elektrotechnischen Kenntnisse bald eine grössere Ausdehnung erhielten. Es sollten auf allen technischen Schulen, mindestens auf den technischen Hochschulen, Lehrstühle der Elektrotechnik gegründet werden, um wenigstens unsere technische Jugend mehr vertraut mit der Elektricitätslehre und ihrer technischen Anwendung zu machen.* Mit der wachsenden Kenntniss wird sich dann auch die noch herrschende Scheu vor der Anwendung elektrischer Einrichtungen legen und werden eine Menge allgemein verbreiteter Vorurtheile gegen dieselben schwinden.

Da elektrische Glühlichter dieser Versammlung noch nicht vorgeführt sind, so habe ich eine Sammlung der bekanntesten und besten Formen derselben zusammengestellt und werde sie Ihnen nach einander in Thätigkeit vorführen.

Das erste ist das Kohlenglühlicht von *de Changy* in Paris, dessen gelungene Versuche mit Glühlichtern schon *Jobard* vor ungefähr 20 Jahren erwähnt. Die Kohle besteht aus verkohlten Halmen einer Grasart.

Das zweite ist das bekannte *Swan*'sche Glühlicht, das dritte

das Edison'sche. Auch diese beiden verwenden verkohlte Pflanzenfasern.

Die übrigen sind aus unserer Fabrik (Siemens & Halske) hervorgegangen. Sie unterscheiden sich von den anderen dadurch, dass die Glühkohle nicht aus natürlichen Pflanzenfasern, sondern aus gepressten Kohlen- oder Graphitstäbchen besteht. Es bietet diese Methode den grossen Vorzug, dass der Leitungswiderstand gleich langer Kohlenstäbchen immer gleich ist, so dass alle Lichter gleich hell glühen, ohne einer besonderen Regulirung zu bedürfen.

Bei der vorgerückten Zeit will ich auf die Theorie der Glühlichter jetzt nicht weiter eingehen, behalte mir aber vor, dies in einer der nächsten Sitzungen zu thun.

Neuerungen an dynamo-elektrischen und elektro-dynamischen Maschinen.

(Deutsches Reichspatent No. 19779 vom 2. Februar 1882.)

1882.

Die in Fig. 179 und 180 dargestellte rotirende dynamo-elektrische Maschine, welche bei veränderter Stellung des Kommutators auch als elektro-dynamische Maschine dient, unterscheidet sich von allen bisher bekannten dynamo-elektrischen Maschinen wesentlich dadurch, dass bei ihr in ähnlicher Weise, wie bei der oscillirenden elektro-dynamischen Maschine von Page, dieselben Drahtspiralen, in welchen der Strom inducirt wird, zugleich auch den wirksamen Magnetismus hervorrufen.

Ein Eisenblech a ist zu einem offenen Cylinder gebogen. Das fehlende Stück a_1 kann durch Messing oder ein anderes nicht magnetisches Metall ausgefüllt werden. An einem Ende des so gebildeten Hohlcylinders ist ein Zahnrad c von gleicher Dicke wie die Cylinderwand befestigt. Der Cylinder rotirt zwischen den sechs Friktionsrollen $d\,d\,d$ und $d_1\,d_1\,d_1$, von welchen die ersten drei mit Radtrieben $e\,e\,e$ verbunden sind, die in das Zahnrad des Cylinders eingreifen. An dem einen Ende der Axen $f\,f\,f$, an dem die Friktionsrollen und die Triebe sitzen, befinden sich die drei gleichen Triebe $g\,g\,g$, welche in das Zahnrad h eingreifen, das auf der durchgehenden Hauptaxe i sitzt. Diese Axe und der Cylinder müssen sich daher stets gleichmässig umdrehen. Der rotirende Cylinder ist von den Messingblechcylindern k und k_1 umgeben, welche, nachdem der Cylinder mit seinem Triebrade in den ringförmigen Zwischenraum, den sie zusammen bilden, eingeführt ist, durch die aus isolirendem Material hergestellten Ringe l und l_1 geschlossen werden. Der äussere Blechcylinder k ist an den drei symmetrisch liegenden Stellen seiner Peripherie, wo die Friktionsrollen und Radtriebe mit dem Eisencylinder in Berührung treten müssen, mit Einschnitten versehen. Er ist ferner an den Messinglamellen $m\,m\,m$ befestigt, welche an ihren Enden mit dem Gestell $n\,n$ verbunden sind,

so dass der Eisenring frei in dem geschlossenen ringförmigen Raume, der durch die Messingblechcylinder k und k_1 und die isolirenden Endringe l und l_1 gebildet wird, rotiren kann. Der zwischen den drei Messinglamellen $m\,m\,m$ frei bleibende Theil des cylinderförmigen Hohlraumes, welcher den Eisencylinder umschliesst, wird nun in gewöhn-

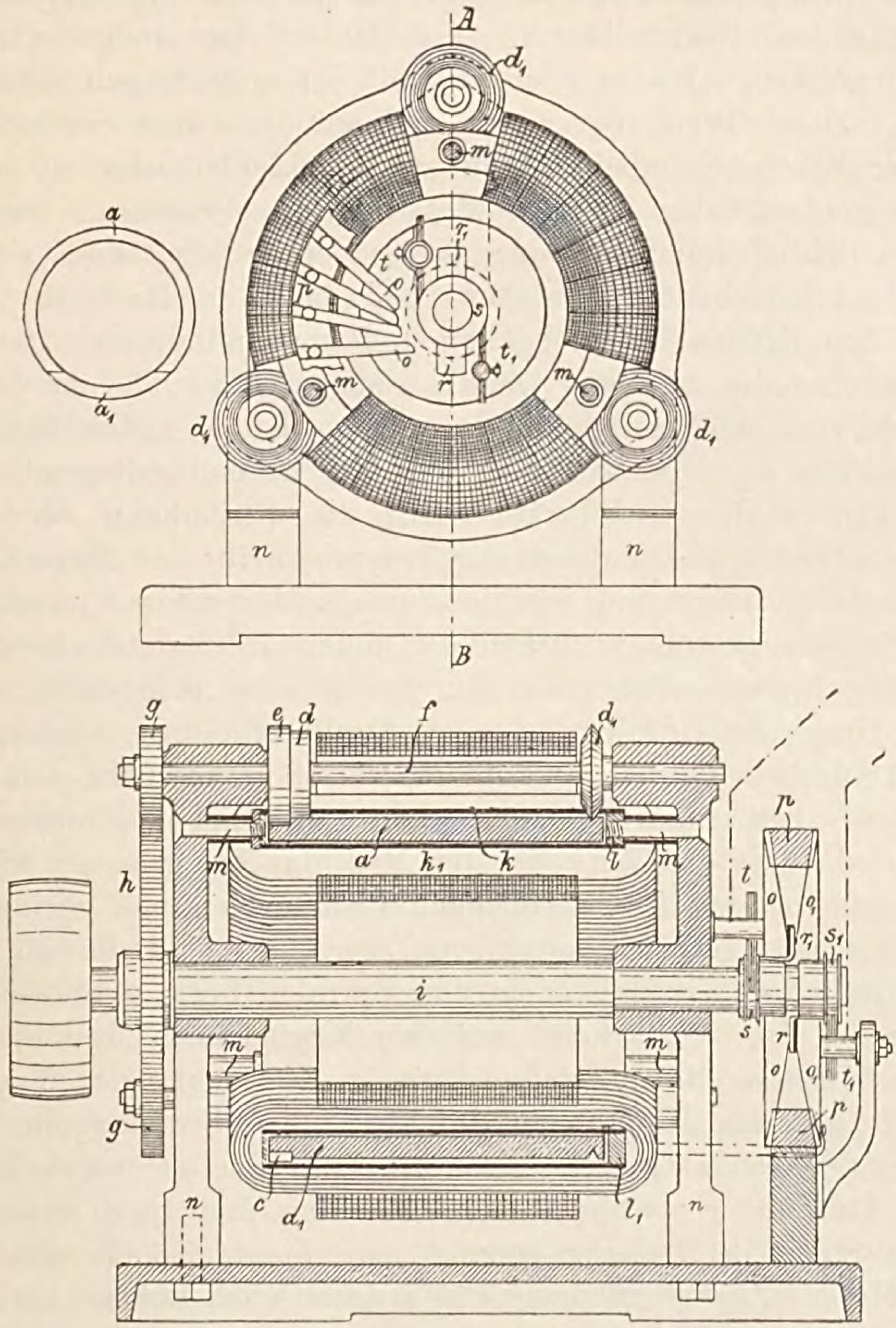


Fig. 179 und 180.

licher Weise mit isolirtem Draht umwickelt. Der Draht ist in 18 (wie dargestellt) oder mehr oder weniger Abtheilungen getheilt, deren Enden zu den 36 Federn *o o* . . . führen, die an dem Ringe *p*, der aus isolirender Masse gefertigt ist, derartig befestigt sind, dass immer zwei sich gegenüber stehende Federn mit einander an ihren Enden in Berührung stehen. Der Anfang jeder Drahtabtheilung ist nun immer mit

einer Feder der einen Seite des Ringes, das zugehörige Drahtende mit der auf der anderen Seite des isolirenden Ringes sitzenden Feder des nächstfolgenden Federpaares verbunden, so dass der ganze Umwindungsdraht durch die Berührungskontakte der 18 Federpaare in sich geschlossen wird. Die Federn werden so angebracht, dass ihre sämmtlichen Berührungsstellen in einer auf der Hauptaxe des Apparats senkrecht stehenden Ebene liegen. Auf dieser Axe selbst sitzen zwei dünne, messerartige Nasen r und r_1 mit den zugehörigen Schleifringen s und s_1. Diese Trennungsmesser sind auf der einen Seitenfläche mit isolirender Masse (Elfenbein, Stein etc.) bekleidet oder können auch aus zwei von einander isolirten Metallblättern bestehen. Sie werden mit ihren Schleifringen auf der Axe so eingestellt, dass sie in der Ebene der Federkontakte stehen und bei der Drehung der Axe zwischen den Federn hindurchgehen und stets mindestens zwei Federpaare von einander trennen. Da die isolirten Seitenflächen der beiden Messer auf verschiedenen Seiten liegen, so hat dies den Erfolg, dass der Stromkreis durch sie an zwei einander gegenüberliegenden Stellen unterbrochen wird. Gleichzeitig wird die Strombahn für die eine Hälfte der Drahtspiralen durch die leitende Seite der Messer, die zugehörigen Schleifringe und die auf ihnen schleifenden Kontaktfedern t und t_1 wiederhergestellt, während die andere Hälfte stets unterbrochen bleibt. Die Messer werden auf der Axe nun so eingestellt, dass das eine den Umwindungsdraht derjenigen Drahtabtheilung unterbricht und bezw. mit seiner Schleiffeder verbindet, welche gerade über dem Messingsegmente des rotirenden Cylinders steht, während das andere so eingestellt wird, dass die Wirkung der Maschine am grössten wird. Hat nun das zum offenen Ringe gebogene Eisenblech einen geringen Grad von Magnetismus zurückbehalten, und wird der Cylinder im richtigen Sinne gedreht, so erzeugt er in den Spiralen der geschlossenen Seite einen Strom, der verstärkend auf den Magnetismus des Eisenkernes wirkt, es tritt also die dynamo-elektrische Steigerung des Magnetismus und damit des die Windungen durchlaufenden Stromes ein. Ist der Federring dagegen so gestellt, dass die Federn eine umgekehrte Richtung der Drehung gestatten, so wird die Maschine durch einen ihr zugeführten Strom in Drehung versetzt, sie dient also als elektro-dynamischer Motor. Zur Verstärkung des magnetischen Feldes des cylinderförmig gebogenen Elektromagneten werden über die Drahtspiralen einige Lagen Eisendraht gewunden. Durch Einschiebung eines Eisenrohres in den Raum innerhalb der Windungen lässt sich diese verstärkende Wirkung noch weiter vergrössern. Ist die Maschine bestimmt, als elektro-dynamische Maschine (oder elektrischer Motor) zu dienen und soll die Richtung der Drehung beliebig gewechselt werden können, so müssen die Federn so gestaltet sein, dass sie die Drehung in jedem Sinne gestatten, und jede der beiden von einander isolirten Seiten-

flächen der Messer muss mit einem Schleifringe versehen sein. Die Umkehr der Umdrehungsrichtung lässt sich dann durch den Wechsel der benutzten Schleifringpaare bewirken.

Da bei dieser Maschine derselbe Draht, welcher die Magnetisirung des Eisens bewirkt, auch strom- oder krafterzeugend wirkt, so geht bei ihr weniger Energie durch Erhitzung nicht strom- oder krafterzeugender Drähte verloren, wie bei den bisherigen dynamo-elektrischen und elektrodynamischen Maschinen. In demselben Sinne wirkt bei ihr noch der Umstand, dass auch die inneren Theile des Umwindungsdrahtes die volle magnetisirende Wirkung auf das Eisen des ganzen Magneten ausüben. Dies ist auch dann der Fall, wenn man den rotirenden Cylinder, anstatt aus einem zum Kreise gebogenen Eisenbleche, aus zwei oder mehreren durch nicht magnetische Materie getrennten Eisenblechen bildet, da die Richtung der Magnetisirung bei allen Magneten dieselbe bleibt, mithin die inneren Drähte auch auf alle im richtigen Sinne magnetisirend wirken. Es müssen in diesem Falle die arbeitenden Spiralen der getrennten Magnete entweder parallel geschaltet werden, oder es muss, wenn sie hinter einander vom Strome durchlaufen werden sollen, für jeden der rotirenden Magnete ein Messerpaar mit Schleifringen angebracht werden. Anstatt, wie beschrieben, Messer anzuwenden, deren eine Seitenfläche isolirt ist, kann man sie auch ganz aus Metall herstellen, um dem letzten in der Richtung der Bewegung ein aus isolirender Substanz angefertigtes Messer folgen zu lassen, welches die Abtheilung des Umwindungsdrahtes, welche von keinem Strom durchlaufen werden soll, an einer beliebigen Stelle fortlaufend unterbricht.

Patent-Ansprüche:

1. Die Anwendung einer oder mehrerer kreisförmig gebogener Ringstücke aus Eisen, welche innerhalb feststehender Windungen zwischen Friktionsrollen rotiren.
2. Die Uebertragung der Rotation des inneren, zum Theil aus Eisen bestehenden Cylinders auf die Axe des Apparates durch ein oder mehrere an demselben befestigte Zahnräder, in welche Triebe eingreifen.
3. Die Verbindung der Drahtenden der Abtheilungen des Umwindungsdrahtes zu einer geschlossenen Drahtspirale durch isolirt befestigte Federpaare, welche durch ihre Federkraft mit einander in Berührung erhalten werden.
4. Die fortlaufende leitende Verbindung der geschlossenen Drahtspirale an zwei oder mehreren Stellen mit zugehörigen Schleifringen und die gleichzeitige Unterbrechung derselben an anderen passenden Stellen durch messerartige, auf der Welle sitzende Nasen, die zwischen den Kontaktfedern hindurchgehen.

Elektrischer Arbeitsmesser.

(Deutsches Reichspatent No. 23349 vom 17. September 1882.)

1882.

Die in einem Theil einer Kreisleitung, die von einem elektrischen Strom durchlaufen wird, zu irgend welchen Zwecken verbrauchte elektrische Energie wird nach bekannten Grundsätzen gemessen durch das Produkt EJ, d. i. die Stromstärke multiplicirt mit der Potentialdifferenz der Enden des betreffenden Theiles der Kreisleitung.

Der in der beifolgenden Zeichnung (Fig. 181) im Grundriss dargestellte Apparat hat den Zweck, die Summe dieser Produkte in einem beliebig zu wählenden Arbeitsmaasse fortlaufend zu registriren.

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus den beiden kreisförmigen Scheiben *a* und *b*. Die eine dieser Scheiben *a* wird durch ein Uhrwerk gleichmässig gedreht. Auf ihr rollt das Rädchen *c*, gegen welches die Scheibe *a* durch die gegen das Ende ihrer Drehaxe drückende Feder *d* fortwährend gepresst wird. Das Rädchen *c* kann durch den Eisen- oder Magnetstab *e*, welcher mit der verschiebbaren Axe des Rädchens verbunden ist, vermittelst magnetischer Wirkung der Drahtrolle *f* von dem Centrum der Scheibe bis zu seiner Peripherie verschoben werden, wenn die Drahtrolle von einem elektrischen Strom durchlaufen wird. Der Verschiebung widersetzt sich die Spiralfeder *g*. Durch passende Form und Stellung des Eisenkernes und der Feder *g* lässt sich erzielen, dass die Grösse der Verschiebung ein Maass der Stromstärke in der Drahtrolle ist. Die Rotationsgeschwindigkeit des Rädchens *c* ist dann ebenfalls ein Maass der jederzeitigen Stromstärke. Die Axe des Rädchens *c* ist an ihrem anderen Ende mit der Axe der Scheibe *b* so gekuppelt, dass die Verschiebung des Rädchens *c* dadurch nicht gehindert wird. Es ist mithin auch die Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe *b* proportional der Stromstärke in der Drahtrolle *f*. Auf dieser Scheibe *b* rollt nun ein zweites Rädchen *h* mit der verschiebbaren Axe *i*, deren Verschiebung in gleicher Weise wie die des Rädchens *c* durch den Eisen- oder Magnetstab *k* und die zugehörige

Drahtrolle l bewirkt wird. Die Rotationsgeschwindigkeit des Rädchens h ist dann wiederum ein Maass der Stromstärke in der Drahtrolle l, wenn die Scheibe b durch das Rädchen c gleichmässig gedreht wird. Anderenfalls ist die Rotationsgeschwindigkeit des Rädchens h abhängig von der Grösse der Verschiebung beider Rädchen; sie ist also ein Maass des Produktes der Stromstärken in den beiden Drahtrollen. Ist nun die eine der beiden Drahtrollen ein Theil der Hauptleitung, so dass der ganze Strom J oder ein proportionaler Zweig desselben durch sie hindurchgeht, und ist die andere Rolle aus einem feinen Draht von

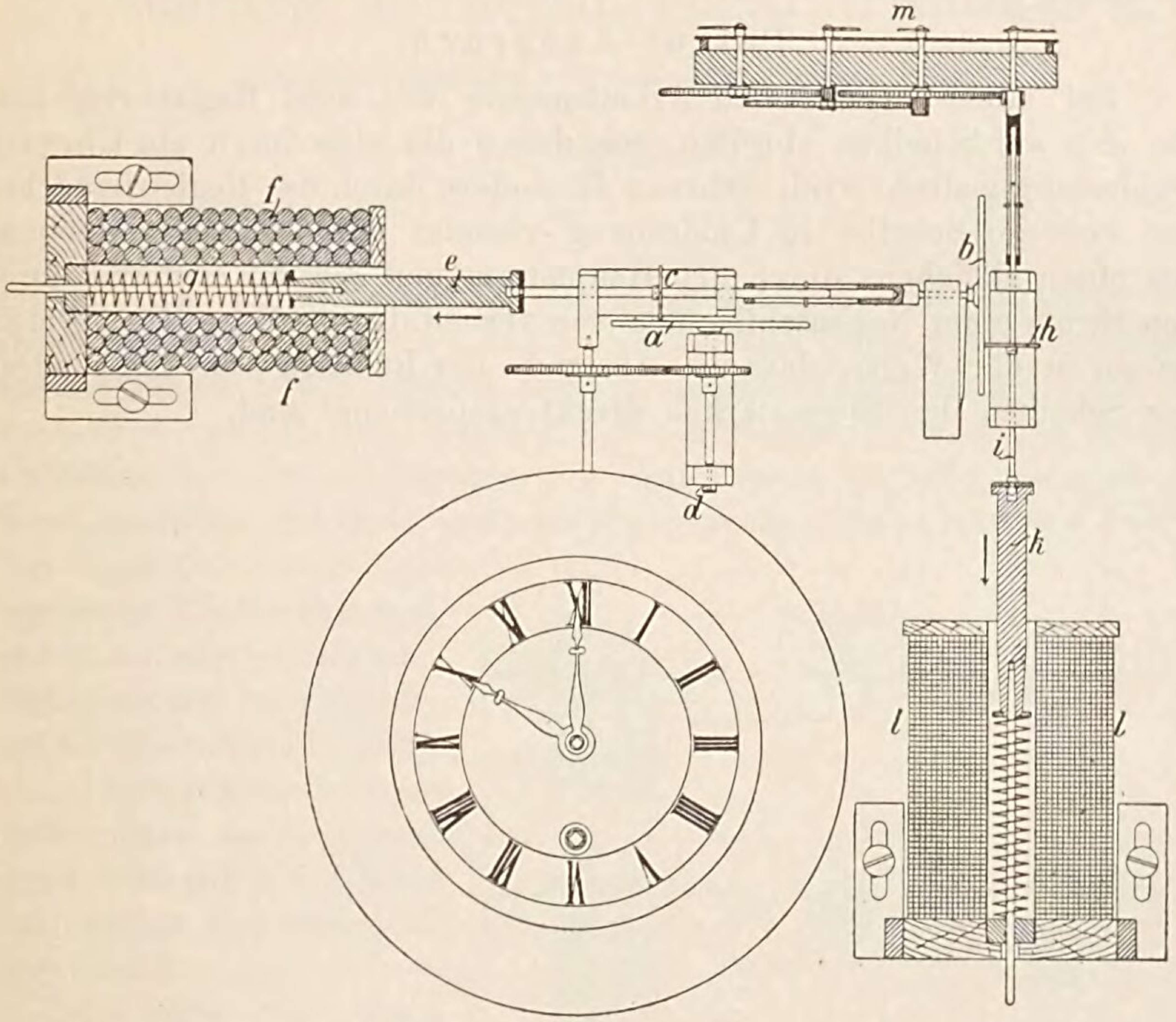


Fig. 181.

verhältnissmässig grossem Widerstande gebildet, der einen Nebenschluss des Leitungsstückes bildet, welcher der Arbeitsmessung unterliegt, so ist die anziehende Kraft dieser Drahtrolle und mithin die Grösse der Verschiebung des zugehörigen Rädchens vom Mittelpunkt der Scheibe zur Peripherie derselben ein Maass der Potentialdifferenz E der Endpunkte des Leitungstheiles. Die Rotationsgeschwindigkeit des Rädchens h ist mithin das gesuchte Maass der in dem Leitungsstück verbrauchten elektrischen Arbeit EJ. Durch das mit der Axe des Rädchens h verbundene Zählwerk m wird die Zahl der Umdrehungen desselben summirt, so dass die Differenz zweier Ablesungen des Zählwerkes jederzeit

die in der zwischen ihnen verflossenen Zeit in dem Leitungsstück verbrauchte elektrische Arbeitsgrösse giebt. Die Art der Verwendung der Elektricität in dem Leitungsstück bleibt dabei ganz ohne Einfluss auf die Angaben des Apparates.

Anstatt ebener Scheiben, die durch Federn oder Schwerkraft stets gegen die Rädchen gepresst werden, kann man auch Konen anwenden, auf deren Seiten sich die Rädchen verschieben.

Anstatt der Eisen- oder Magnetstäbe kann man ebenfalls Drahtrollen anwenden, um das Instrument auch für Wechselströme anwendbar zu machen.

Patent-Anspruch:

Bei einem elektrischen Arbeitsmesser mit zwei Registrirrädchen, die sich auf Scheiben abrollen, von denen die eine durch ein Uhrwerk regelmässig gedreht wird, während die andere durch das Registrirrädchen der ersteren Scheibe in Umdrehung versetzt wird, die Verschiebung des einen Rädchens durch den Hauptstrom und die des anderen durch den Strom einer Nebenschliessung von verhältnissmässig grossem Widerstande in der Weise, dass die Abstände der Rädchen von den Centren der Scheiben den Stromstärken direkt proportional sind.

Neuerung an Regulirungsvorrichtungen.

(Deutsches Reichspatent No. 22613 vom 30. September 1882.)

1882.

Wenn ein Cylinder in der Richtung seiner Rotationsaxe verschiebbar ist, so übt eine Rolle, welche sich auf seiner Mantelfläche unter starkem Druck abrollt, keinen verschiebenden Einfluss auf den rotirenden Cylinder aus, wenn die Axe der Rolle parallel der Axe des Cylinders ist. Wird dagegen die Rolle etwas gedreht, so dass die Rotationsebene der Rolle nicht mehr senkrecht auf der Axe des rotirenden Cylinders steht, so beschreibt der Berührungspunkt zwischen Rolle und Cylinderwand eine Spirale auf der letzteren (Fig. 182).

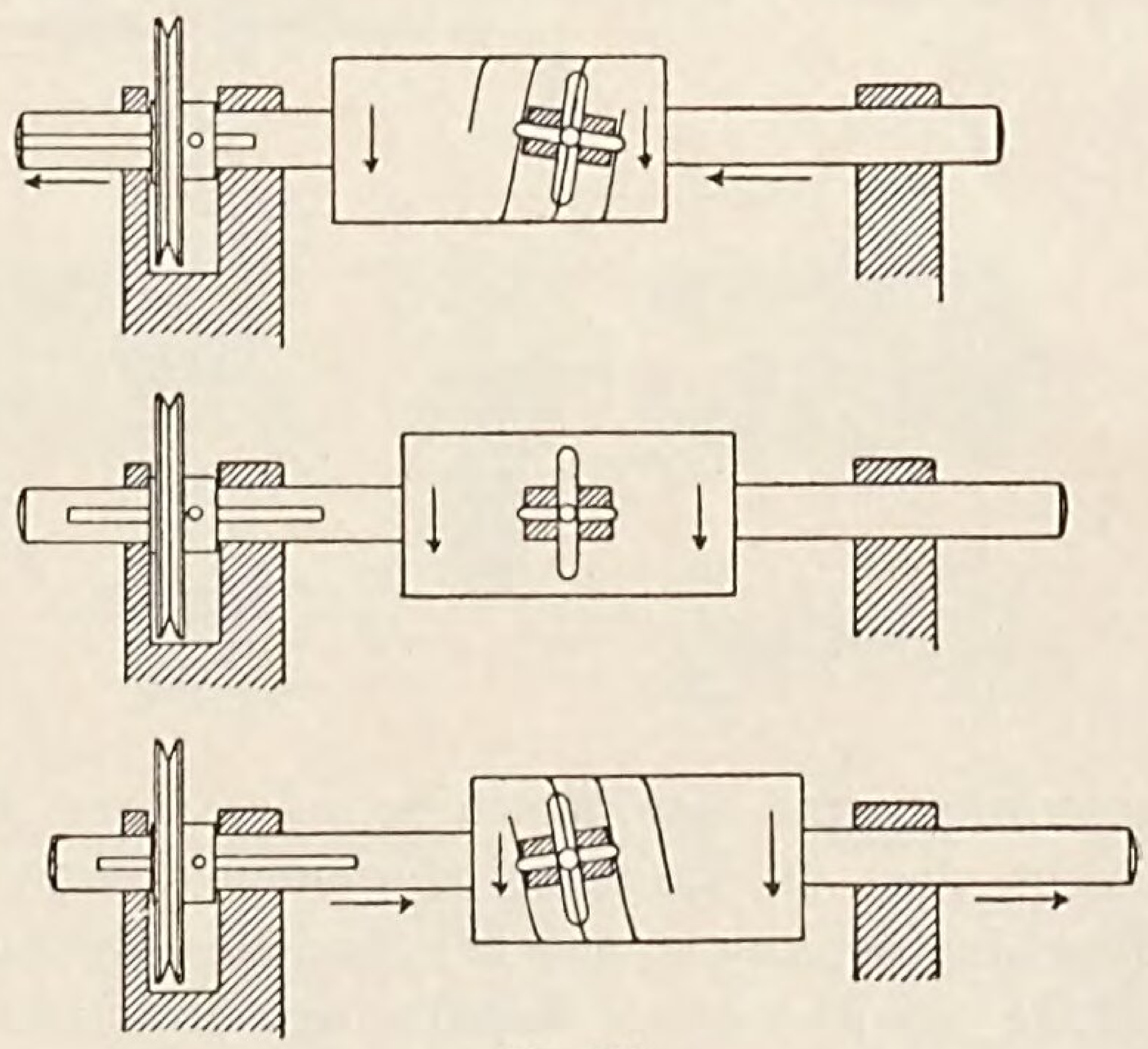


Fig. 182.

Diese Spirale ist eine rechts oder links gewundene, je nachdem die Rolle nach rechts oder links verdreht ist.

Da die um ihren Zapfen drehbare Rolle ihren Ort nicht verändern kann, so muss der Cylinder sich in der Richtung seiner Axe, der Windung der Spirale entsprechend, nach rechts oder links verschieben. Diese Verschiebung dauert so lange wie die Schiefstellung der Rolle, und wechselt ihre Richtung, wenn die Rolle im anderen Sinne aus ihrer zur Axe des Cylinders vertikalen Stellung verdreht wird. Die Kraft, mit welcher die Verschiebung des Cylinders stattfindet, ist der Grösse der Reibung zwischen der Rolle

und dem Cylinder gleich; sie ist daher sehr beträchtlich, wenn der Druck zwischen Rolle und Cylinder gross ist und die Oberflächen nicht gefettet sind.

Doch auch im letzteren Fall ist die verschiebende Kraft bei grossem Druck der Rolle noch beträchtlich, weil der Druck auf einen Punkt oder wenigstens auf eine sehr kleine Fläche koncentrirt ist.

Dieser Bewegungsmechanismus eignet sich ganz besonders zur Konstruktion von Regulatoren für Dampfmaschinen oder andere Motoren. Wird die Axe des verschiebbaren Cylinders mit der Drosselklappe oder der Expansionssteuerung einer Dampfmaschine, dem Gaszuführungsregulator einer Gasmaschine etc. verbunden und wird die Stellung der Rolle in der Weise von der konstant zu erhaltenden Rotations-

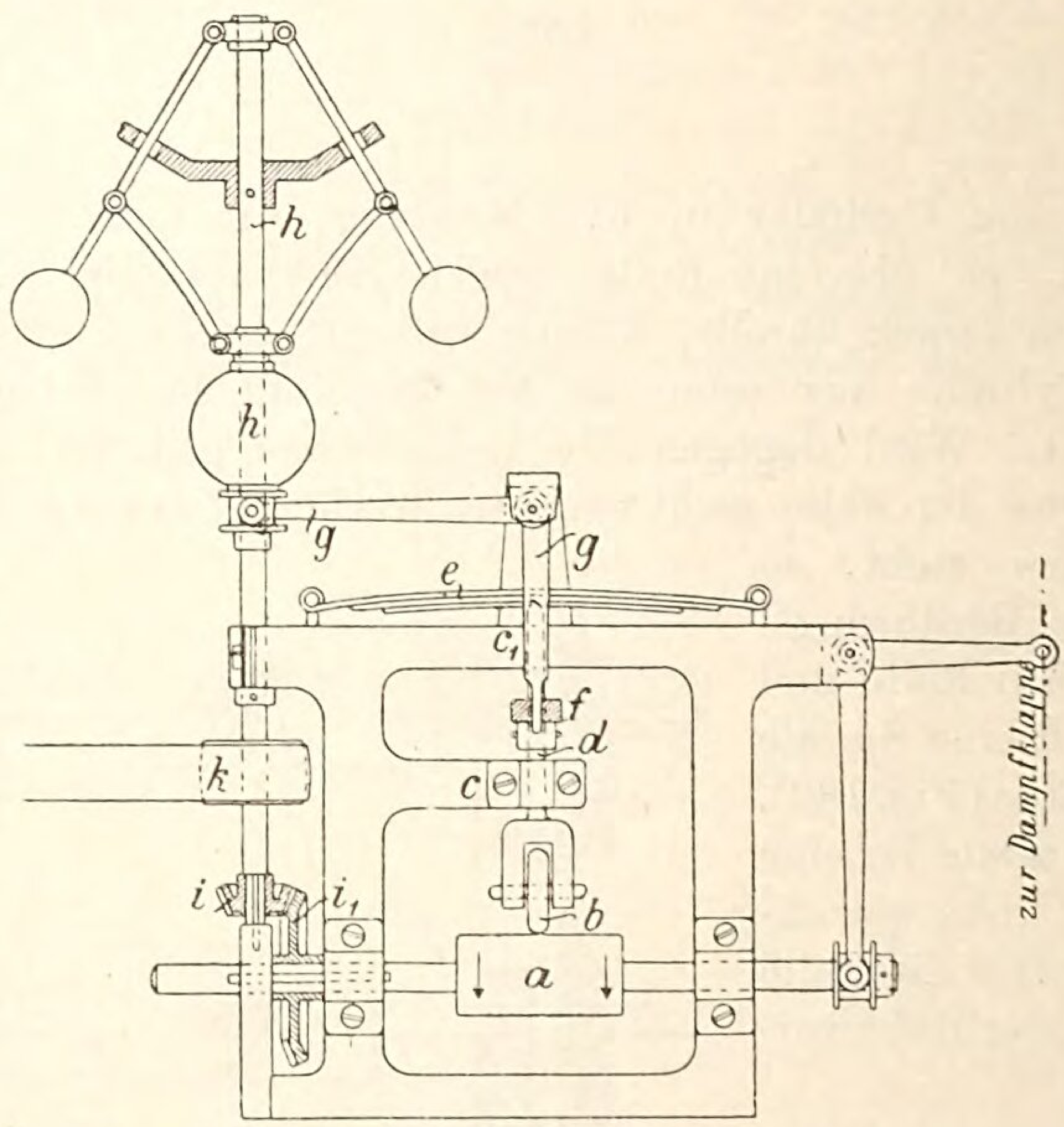


Fig. 183.

geschwindigkeit der Maschine oder ihrer Arbeitsleistung abhängig gemacht, dass die Rolle bei normalem Gange oder normaler Leistung der Maschine senkrecht auf der Axe des Cylinders steht, so muss die Maschine nach kurzen Regulirungsschwankungen stets absolut auf den normalen Gang zurückkommen. Da zur Drehung der Rolle auch bei sehr starkem Druck gegen die Cylinderwand nur eine äusserst geringe Kraft erforderlich ist, welche fast ganz unabhängig von dem Widerstand ist, der der Verschiebung des Cylinders entgegensteht, so genügt eine sehr schwache regulirende Kraft auch dann, wenn die Arbeitsleistung der Regulirungsvorrichtung eine beträchtliche ist.

In den Zeichnungen Fig. 183—185 sind einige Anwendungen dieses Mechanismus zu Regulirungsvorrichtungen dargestellt.

Fig. 183 stellt einen Dampfmaschinenregulator in der Seitenansicht dar. *a* ist der verschiebbare Cylinder, auf welchem die Rolle *b* läuft, die in den Zapfenlagern *c* und c_1 drehbar ist. Die Pressung der Rolle gegen die Cylinderwand geschieht durch die Feder *e*, welche gegen den Kopf des Zapfens *d* der Rolle drückt. Die Rolle wird durch den an dem Zapfen *d* befestigten Arm *f* mittelst des Winkelhebels *g* gedreht, dessen anderer Arm in das Gleitstück eines kleinen Watt'schen Regulators *h* eingreift. Durch die konischen Räder *i* und i_1 und die Riemenscheibe *k* werden sowohl der verschiebbare Cylinder wie die Regulatorwelle in Drehung versetzt. Die Drehung der Drosselklappe oder die Einstellung der variablen Expansion geschieht auf bekannte Weise durch die Verschiebung der Axe des Cylinders *a*. Den Regulatorkugeln ist nur eine sehr geringe Regulirungsbewegung gestattet, da die Rolle *b* nur um wenige Grade in dem einen oder anderen Sinne gedreht zu werden braucht, um in kurzer Zeit die nöthige arbeitende Regulirungsbewegung des Cylinders *a* auszuführen, welche den Gang der Maschine absolut auf die normale Geschwindigkeit zurückführt.

Fig. 184 stellt die Anwendung des beschriebenen Mechanismus zur Regulirung des Ganges einer Pumpmaschine dar, welche ein entferntes Reservoir bis zu einer gewissen Höhe gefüllt erhalten soll. Der an

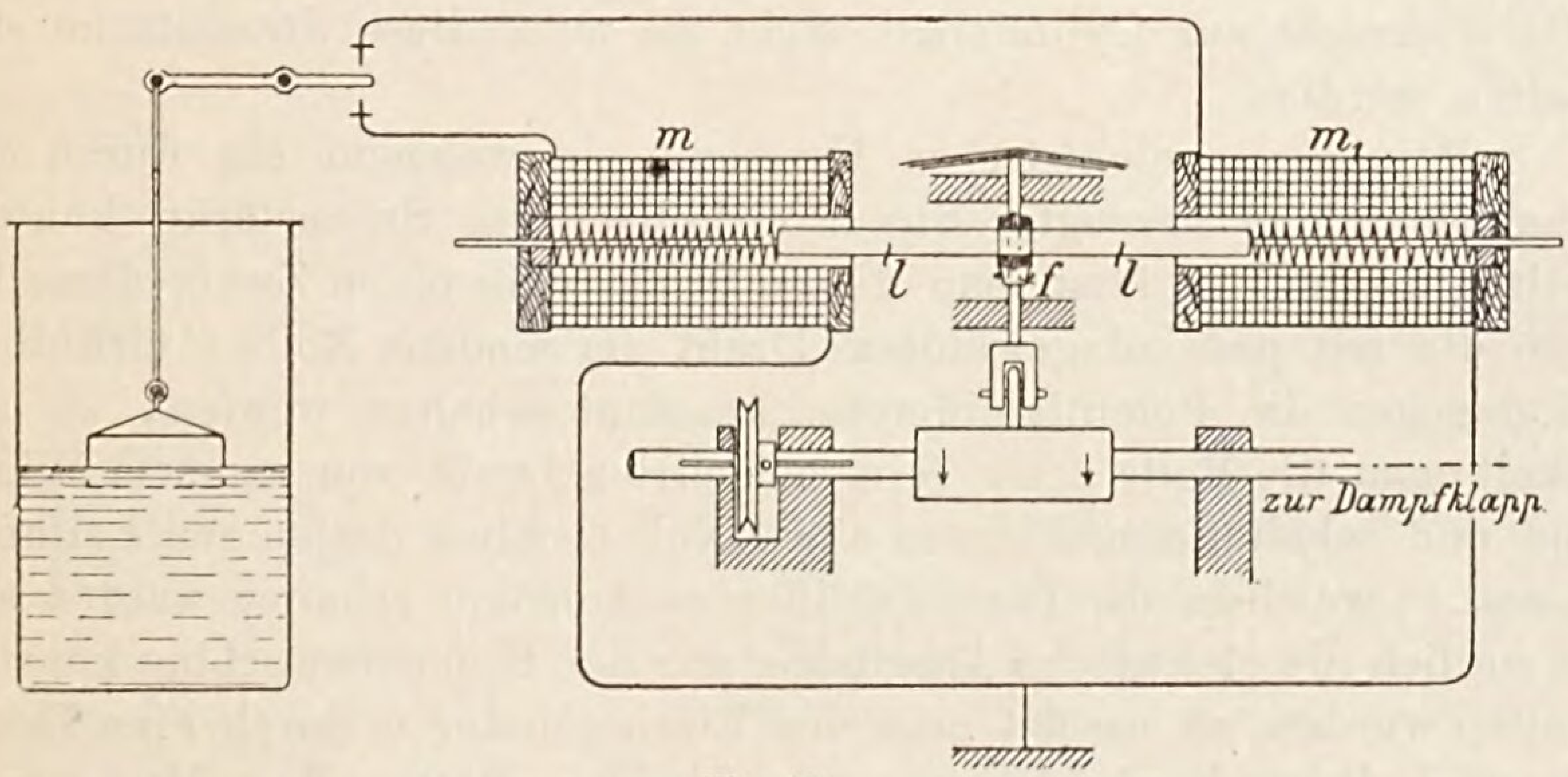


Fig. 184.

dem Zapfen der Rolle sitzende Arm *f* trägt hier an seinem Ende einen kleinen Eisencylinder *l*, welcher zwei Drahtrollen *m* und m_1 gegenübersteht. Durch einen im Reservoir befindlichen Schwimmer wird nun ein elektrischer Strom durch die die Schliessung der Dampfklappe etc. bewirkende Drahtrolle geschickt, wenn der Schwimmer sich über die Normalstellung erhebt, während ein Strom durch die die Oeffnung be-

wirkende Drahtrolle läuft, wenn der Schwimmer unter die normale Stellung sinkt.

In Fig. 185 ist eine Anordnung dargestellt, durch welche die Drehungsgeschwindigkeit des Motors so regulirt werden soll, dass eine Drahtrolle stets von einem Strom von bestimmter Stärke durchlaufen wird. Es ist hier der Arm *f* mit einem Eisencylinder *n* verbunden, welcher durch die Drahtrolle *o* angezogen wird, wenn sie von einem Strom durchlaufen wird. Hierdurch wird die Feder *p* bis zu einem

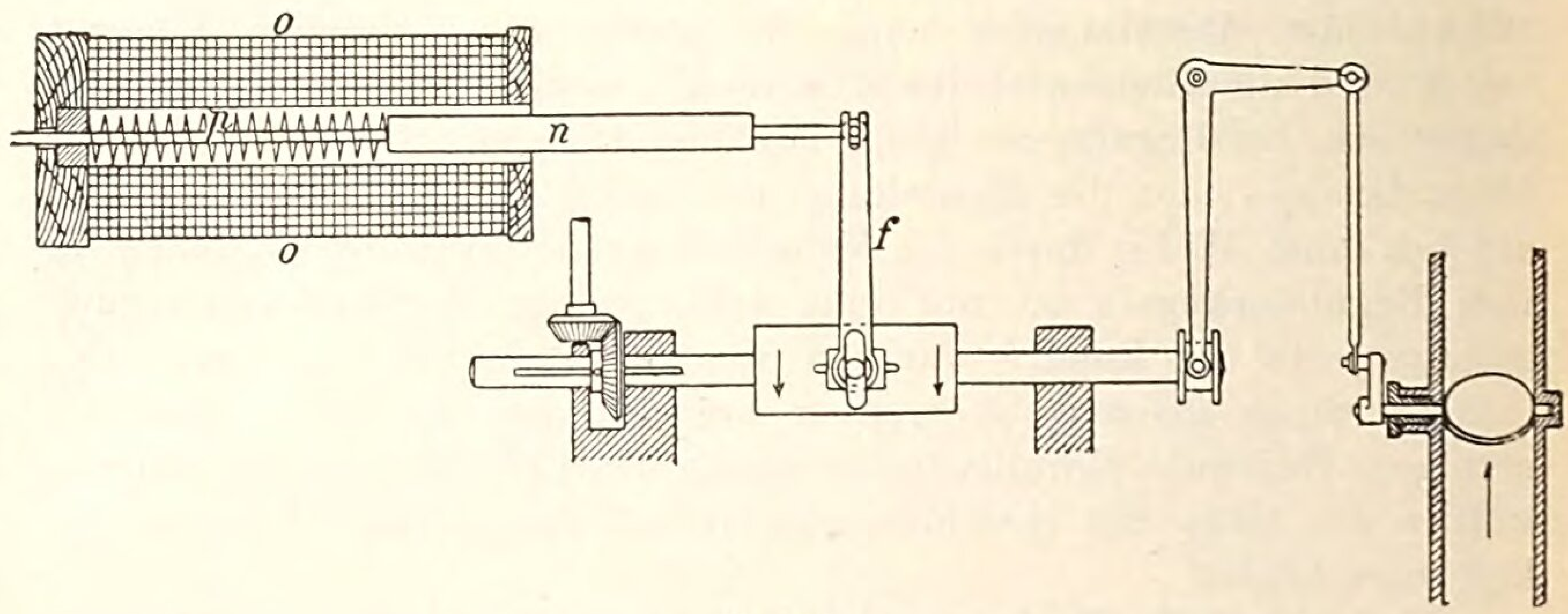


Fig. 185.

der Stromstärke entsprechenden Grade zusammengedrückt. Stellt man den Arm *f* nun derart ein, dass bei der gewünschten Stromstärke die Rolle senkrecht zur Cylinderaxe steht, so muss diese Stromstärke stets erhalten werden.

Soll in einem elektrischen Kreislauf, in welchem ein durch eine Dynamomaschine erzeugter Strom cirkulirt, die Stromstärke konstant erhalten werden, so lässt man diesen Strom oder einen Zweig desselben durch die mit passend gewähltem Draht umwundene Rolle *o* cirkuliren. Soll dagegen die Potentialdifferenz konstant erhalten werden, so umwickelt man die Rolle *o* mit feinem isolirten Draht von grossem Widerstand und schaltet denselben in einen Nebenschluss desjenigen Leitungskreises, in welchem die Potentialdifferenz konstant erhalten werden soll. Soll endlich die elektrische Arbeitsleistung der Dynamomaschine konstant erhalten werden, so ersetzt man den Eisencylinder *n* durch eine Drahtrolle und lässt durch die eine der beiden Rollen den Hauptstrom, durch die andere den Strom des Nebenschlusses cirkuliren. Es wird dann der Gang des Motors so regulirt, dass das Produkt aus Stromstärke und Potentialdifferenz (also die elektrische Arbeit der Dynamomaschine) konstant erhalten wird.

Anstatt einer drehbaren Rolle kann man auch zwei oder mehrere verwenden, welche so mit einander verbunden sind, dass sie stets parallel mit einander bleiben. Man kann ferner zur Verminderung

des Reibungswiderstandes der Axe des Cylinders in ihren Lagern auf zwei einander gegenüberstehenden Seiten des rotirenden Cylinders Rollen anbringen, die dann im Sinne der von ihnen auf dem Cylinder abzuwickelnden Schraubenlinie gemeinschaftlich gedreht werden müssen.

Patent-Anspruch:

Die Regulirung von Dampf-, Gas- oder anderen Motoren in der Weise, dass die zur Ausführung der Regulirung erforderliche Arbeit durch die Maschine direkt geleistet wird mittelst Drehung eines in seinen Lagern verschiebbaren Cylinders, während die schwache regulirende Kraft diese Verschiebung in dem einen oder anderen Sinne durch Drehung einer oder mehrerer belasteter Rollen veranlasst, die auf dem Cylinderumfang sich abrollen.

Zur Geschichte der dynamo-elektrischen Maschine.

(Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 26, S. 671.)

1882.

Ich habe der Berliner Akademie der Wissenschaften am 17. Januar 1867 die Theorie der dynamo-elektrischen Maschine ausführlich mitgetheilt, nachdem ich bereits Anfang December 1866 vielen Mitgliedern der Akademie eine solche Maschine im Fabriklokal in Thätigkeit gezeigt hatte. Da ich damals noch nicht Mitglied der Akademie war, erbot sich Professor Magnus, die Sache der Akademie in ihrer ersten Sitzung nach den Ferien (am 17. Januar) vorzulegen. Dies war die erste Publikation über das Princip, und es wurde in derselben von mir zuerst der neue Name „Dynamo-elektrische“ Maschine vorgeschlagen. Auf meine Veranlassung und auf Grund meiner Mittheilung meldete mein Bruder, Dr. C. William Siemens, schon Ende Januar einen Vortrag über die Sache in der Royal Society in London an. Etwa 14 Tage später meldete Professor Wheatstone einen Vortrag über dieselbe Kombination bei derselben Gesellschaft an. Beide, Wm. Siemens und Wheatstone, hielten ihre Vorträge an demselben Tage, und zwar Wm. Siemens zuerst als erster Anmelder. Beide zeigten eine thätige Maschine vor, die beide ganz so wie meine erste Berliner Maschine mit der Siemens-Armatur versehen waren. In England wurde aus diesem doppelten Vortrage gefolgert, dass ich und Wheatstone die Erfindung gleichzeitig gemacht und publicirt hätten. Das war thatsächlich falsch, da meine erste Publikation durch die Berliner Akademie fast einen Monat älter war.

Etwa ein Jahr später wurde eine „provisorische Specifikation“ der Gebrüder Varley vom 24. December 1866 bekannt, die bis dahin geheim geblieben war. In dieser war das dynamo-elektrische Princip

faktisch enthalten. Theoretisch war es gar nicht erörtert und nicht einmal das eigentlich wesentliche Princip — die Stromverstärkung durch Umkehr der Bewegung der Maschine — angegeben. Nach englischem Patentrechte konnte diese provisorische Specifikation den Gebr. Varley kommerzielle Rechte geben. In der Wissenschaft gilt aber der allgemein angenommene, von Arago beantragte und von der französischen Akademie adoptirte Grundsatz, dass ein Prioritätsrecht demjenigen zusteht, der einen neuen Gedanken zuerst in klarer verständlicher Weise durch den Druck oder Mittheilung an eine Akademie oder Gesellschaft, welche ihre Verhandlungen publicirt, veröffentlicht hat. Mag man daher auch annehmen, dass Varley und Wheatstone gleichzeitig oder selbst früher als ich das dynamoelektrische Princip aufgefunden oder selbst praktisch ausgeführt hätten — die Priorität steht mir allein zu, da ich es zuerst durch Publikation zum Gemeingut gemacht habe. Wenn übrigens Wheatstone's Schwiegersohn, Mr. Sabine, behauptet, derselbe hätte bereits früh im Jahre 1866 das Princip entdeckt, so ist er den Beweis dafür schuldig geblieben. Wenn der von Wheatstone im Februar 1867 der Royal Society vorgeführte Apparat bereits im vorhergehenden Sommer von Mr. A. Stroh gemacht ist, so beweist dies gar nichts. Das, was der Mechaniker machte, war ein magneto-elektrischer Zündapparat mit Siemens-Armatur, wie sie seit Jahren gemacht wurden. Es kam nur auf die Schaltung als dynamo-elektrische Maschine an. Prioritätsansprüche kann eine solche Angabe nicht begründen. Noch weniger haltbar sind die in französischen Zeitschriften enthaltenen Angaben, wonach Hjorth, Pacinotti und Andere das dynamo-elektrische Princip bereits früher benutzt hätten. Beide haben nur magneto-elektrische Maschinen beschrieben, bei denen Stahlmagnete den anfänglichen Strom erzeugten, den der erstere, ebenso wie später Wilde, dann durch Elektromagnetismus verstärkte.

Dies sind die thatsächlichen Daten, auf welche ich meinen Prioritätsanspruch stütze. Werden mir keine entgegengesetzten, beglaubigten Fakta entgegengesetzt, so halte ich ihn aufrecht und werde ihn gegen Jedermann vertheidigen; zugeben wird ausserdem Jedermann, der meine Publikation vom 17. Januar 1867 gelesen hat, dass sie eine vollständige Theorie der Sache enthielt, dass sie praktisch erzielte Resultate angab und auf die grosse Bedeutung der Sache schon hinwies. Dass eine gewisse Absichtlichkeit in der Verdunkelung meines Prioritätsanspruches nicht ausgeschlossen ist, ergiebt sich aus dem Ausstellungsberichte, welcher der Soc. of tel. Eng. mitgetheilt wurde. Mr. Sabine sagt daselbst unter der Aufschrift „Original dynamo-electric machine“, nachdem er Wheatstone als Erfinder und ersten Erbauer dieser Maschine hingestellt hat, — kein Wort von dem doch

vor Wheatstone angemeldeten und gehaltenen Vortrage meines Bruders Dr. C. William Siemens, und erwähnt meiner nur am Schluss in der kurzen Bemerkung: Dr. Siemens read a paper before the Academie of sciences upon the same subject.

Da Mr. Sabine als mein Eleve und mehrjähriger Beamter das Sachverhältniss genau kannte, so habe ich gewiss eine Berechtigung, über eine gewisse nationale Voreingenommenheit in dieser Angelegenheit Klage zu führen.

Energie-Messer.

(Deutsches Reichspatent Nr. 25919 vom 12. Juli 1883.)

1883.

Wird ein eiserner Ring an irgend einer Stelle seines Umfanges mit dem einen Polende eines Elektromagnetes in direkte Verbindung gebracht, so nimmt der ganze Ring gleichmässig den Magnetismus des Magnetpoles an. Die Wirkung des Ringmagnetismus auf einen den Ring umkreisenden elektrischen Strom ist daher an jeder Stelle des Ringes dieselbe. Eine auf dem Ringe gleitende Drahtrolle, die von einem Strom durchlaufen wird, bewegt sich daher mit gleichmässiger Kraft über den ganzen Ring bis zur Verbindungsstelle des Ringes mit dem Magnetpole fort. Ist der Magnetismus des Magnetes und des Ringes noch hinlänglich weit vom Maximum des Eisenmagnetismus entfernt, so ist derselbe proportional der Stromstärke in den Windungen des Elektromagnetes; die Kraft, welche auf Verschiebung der auf dem Ringe gleitenden Drahtrolle wirkt, ist in jeder Lage derselben auf dem Ringe daher proportional dem Produkte der Stromstärken in den Windungen des Magnetes und in denen der beweglichen Rolle. Man kann diese Kombination daher bei allen elektrischen Energie-Messern benutzen, bei welchen das Produkt $E\,J$ gemessen oder fortlaufend registrirt werden soll. Bei dem in der Zeichnung (Fig. 186 und 187) dargestellten Energiemesser geschieht dies in folgender Weise:

Der eiserne Ring A ist an dem freistehenden Pole des Elektromagnetstabes B befestigt. Durch die Mitte des Eisenringes geht die eiserne Axe C, welche an zwei Spiralfedern D und E, welche von einander isolirt sind, centrisch aufgehängt ist. Zur Vermeidung von Oscillationen und zur richtigen Einstellung wird die Axe ausserdem von einem Faden F mit Spannvorrichtung getragen. An der eisernen Axe sind die beiden Drahtrollen G und H derartig befestigt, dass sie sich ohne Reibung auf dem Ringe bewegen können. Der elektrische Strom wird den mit feinen Drahtwindungen versehenen Rollen durch die Spiralfedern D und E zugeführt. Am unteren Ende der vertikal

hängenden eisernen Axe C befindet sich ein kleiner Eisenschuh. Derselbe zieht den kleinen, durch Messingbügel mit der Axe C verbundenen, beweglichen Anker I an, wenn die suspendirte Axe durch den Magnetismus des Eisenringes magnetisirt wird. Hört der Magnetismus des Ringes und Elektromagnetes auf, durch Unterbrechung des in den Windungen desselben cirkulirenden Stromes, so fällt der kleine Anker wieder ab. Hierbei greift ein kleines, am Anker befestigtes Messer in die feinen Zähne eines dicht unter dem Anker und centrisch zur suspendirten Eisenaxe angebrachten Kronrädchens. Dieses Rädchen ist mithin

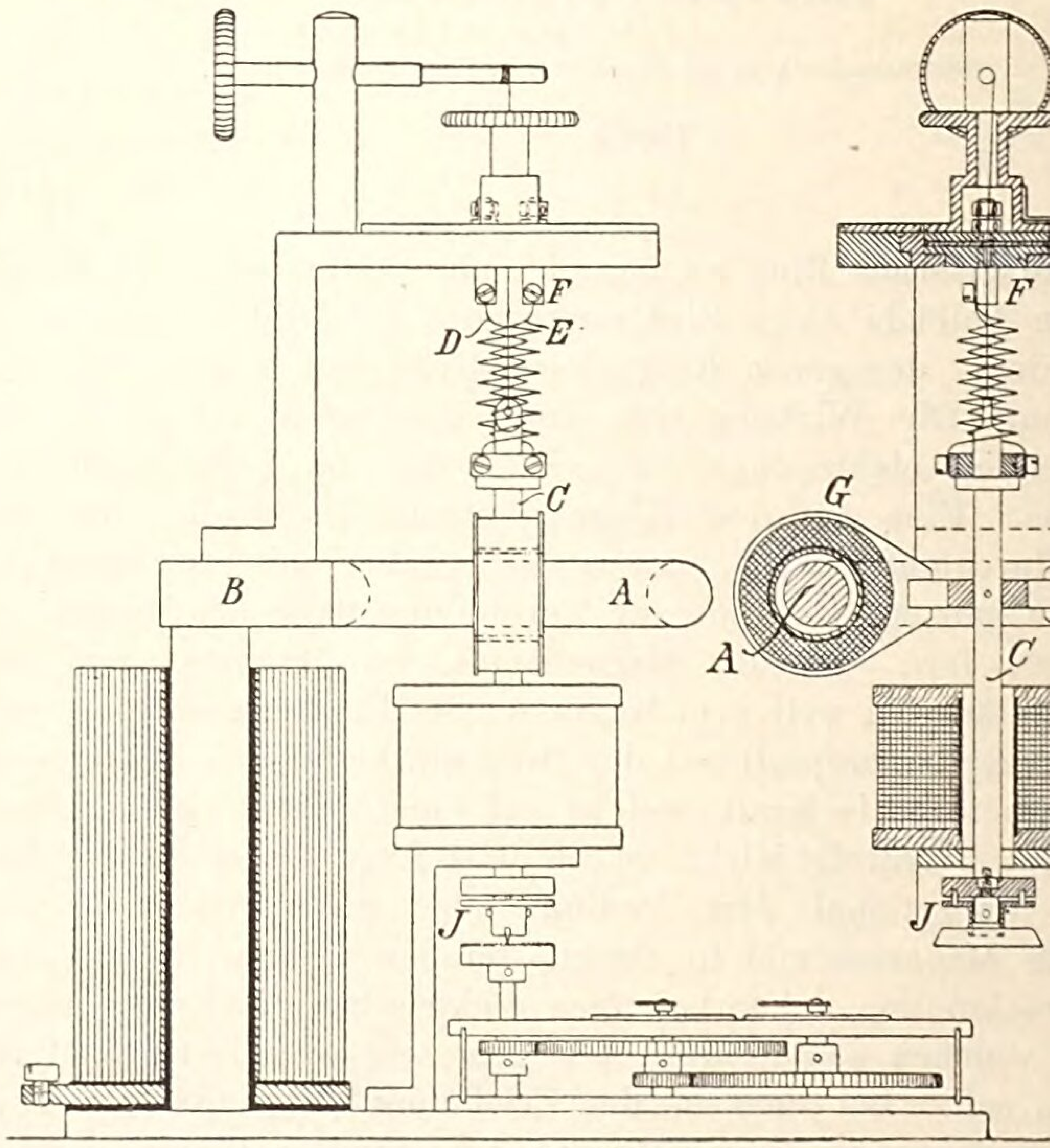


Fig. 186 und 187.

mit der Axe verbunden und nimmt an der Drehung derselben Theil, so lange der Elektromagnet unmagnetisch ist, und ist von ihr getrennt, so lange ein Strom die Windungen desselben durchläuft. Durch eine Zahnradverbindung werden die Drehungen des Rädchens auf ein Zählwerk übertragen. Geht mithin eine Zweigleitung des Hauptstromes durch die Spiralfedern und die suspendirten Rollen, und ein Nebenschlussstrom des ganzen Leitungsstückes, in welchem der Energieverbrauch gemessen werden soll, durch die Windungen des Elektromagnetes, so registrirt das Zählwerk die Summe aller Drehungen der

Axe mit den Rollen, wenn der Nebenschluss des Hauptstromes in regelmässigen Intervallen geschlossen und geöffnet wird. Da die Kraft, mit der die Spiralfedern *D* und *E* sich der Bewegung der Rollen widersetzen, dem Drehungswinkel proportional zunimmt, so ist die Grösse der Drehung der Achse auch proportional dem Produkte EJ, das Zählwerk giebt daher die verlangte Summe der verbrauchten Energie, wenn die Konstante des Apparates einmal bestimmt ist. Will man nicht den Strom des Elektromagnetes, sondern den der Rollen unterbrechen, was bei grossen Schwankungen in der Stärke der Ströme, des im Ringeisen zurückbleibenden Magnetismus wegen, zweckmässiger ist, so muss man über die suspendirte Eisenaxe eine mit zwei Drähten umwickelte, feststehende Rolle setzen, von denen der eine Draht vom Strome der Magnetspirale, der andere vom Strome der Rollen durchlaufen wird. Der erste Draht wird dann so adjustirt, dass der magnetisirende Einfluss des Elektromagnetes auf die Eisenaxe durch die Windungen der zugehörigen Drahtspirale gerade balancirt ist. Der kleine, das Messer tragende Anker wird dann angezogen und fallen gelassen, je nachdem der durch die Rollen gehende Strom geschlossen oder unterbrochen wird.

Diese in regelmässigem Wechsel eintretende Schliessung und Oeffnung des Stromes kann durch irgend ein Uhrwerk geschehen, welches durch den Strom selbst in Bewegung gesetzt werden kann. Es ist aber vorzuziehen, eine Art elektrischer Quecksilberuhr dazu zu verwenden. Dieselbe besteht aus einem Glasrohre, welches in der Mitte zu einem kapillaren Rohre zusammengezogen ist. Ist das Rohr zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt und dann luftleer gemacht und zugeschmolzen, so wird das Quecksilber wie in einer Wasserwaage in die eine oder andere Rohrseite laufen, je nachdem es auf die eine oder andere Seite geneigt wird. Diese wechselnde Neigung wird durch einen Elektromagnet bewirkt, der das drehbar an einer Axe befestigte Rohr auf die eine Seite neigt, wenn ein Strom durch die Windungen des Elektromagnetes geht, oder mit Hülfe einer Feder auf die andere zurückführt, wenn der Strom unterbrochen wird. Diese Schliessung und Unterbrechung bewirkt das Quecksilber in einem Rohrschenkel vermittelst der eingeschmolzenen Platindrähte.

Anstatt eine zurückziehende Feder anzuwenden, kann man auch zwei kleine Elektromagnete verwenden und zu ihrer Magnetisirung in jeder Rohrhälfte Kontaktdrähte einschmelzen.

Patent-Ansprüche:

1. Die Anwendung ringförmiger Magnetpole in Vereinigung mit auf denselben rotirenden Spulen zu elektrischen Energie-Messern.
2. Die Aufhängung der strommessenden Rollen an zwei metallenen

Spiralfedern, welche gleichzeitig als Torsionsfedern und Stromleiter dienen.

3. Die Anwendung eines kleinen Magnetankers in Verbindung mit den strommessenden Rollen in der Weise, dass während der Drehung der Rollen im einen Sinne ihre Verbindung mit einem Zählwerke hergestellt und bei der Bewegung im anderen Sinne unterbrochen ist.

4. Die Hervorbringung von Strömen in regelmässigen Zeitintervallen durch selbstthätige Kippung eines zum Theil mit Quecksilber gefüllten und luftleeren Glasrohres, welches mit Kontaktvorrichtung versehen ist, zur Regulirung der Thätigkeit eines Elektromagnetes.

Ueber eine neue Methode der Wasserhebung.

(Mittheilung im Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses am 2. März 1885.)

1885.

Meine Herren! Ich bitte, mir einige Minuten Gehör zu schenken, um Ihnen eine kurze Mittheilung über eine neue Methode der Wasserhebung zu machen, welche ich mit günstigem Erfolge angewendet habe. Es handelte sich um die Entwässerung eines Braunkohlenflötzes in der Nähe Berlins, welches mit einer über 30 m hohen Schicht feinen fliessenden Sandes bedeckt ist. Die zur Niederbringung eines Schachtes benutzte Methode des Herrn Pötsch, die darin besteht, den nassen Sand durch eingesenkte Röhren, in welchen man kontinuirlich eine stark abgekühlte Flüssigkeit cirkuliren lässt, zuzufrieren und den Schacht dann in der hartgefrorenen Masse bergmännisch abzuteufen, war zwar in so weit gelungen, als der Schacht bis zu dem etliche 30 m tief liegenden Kohlenflötze ohne Anstand vollendet werden konnte; doch als der Schutz des Frostmantels aufhörte, war das eindringende Wasser nicht mehr zu bewältigen und der Schacht füllte sich mit Wasser und mitgerissenem Sande. Um das Werk zu vollenden und einen gesicherten Abbau des Kohlenlagers zu ermöglichen, erschien als das geeignetste Mittel, das in dem nach allen Seiten offenen Sandmeer von allen Seiten herandringende Grundwasser durch ein System von Abessinier-Brunnen dem Boden kontinuirlich zu entziehen und dadurch den Wasserdruck an der Bruchstelle zu beseitigen. In den engen Brunnenröhren lassen sich aber Druckpumpen von grosser Leistungsfähigkeit nicht gut anbringen. Ein mit komprimirter Luft betriebenes Ventilpumpensystem versprach zwar bessere Resultate, doch erschien die Leistungsfähigkeit der einzelnen Brunnen noch immer zu klein im Verhältniss zur Grösse der zu bewältigenden Wassermassen.

Diese Nothlage führte mich auf den Gedanken, die in Geysern, Sprudelquellen, Petroleumfontainen etc. von der Natur selbst so vielfach benutzte Methode der Flüssigkeitshebung durch Gasentwickelung in der Tiefe nachzubilden und durch Einführung komprimirter Luft in

den Sauger eines Abessinier-Rohres einen künstlichen Geyserbrunnen herzustellen. Dieser Plan fand weder bei Gelehrten noch bei Praktikern, denen ich ihn mittheilte, Anklang und es gehörte eine beträchtliche Ueberzeugungsfestigkeit dazu, ihn dennoch auszuführen.

Der Erfolg hat aber meine Anschauung vollständig bestätigt, wie Sie sehen werden, wenn Sie einen mit Lufthebung versehenen Abessinier-Brunnen der Fabrik von Siemens & Halske besichtigen wollen, wozu ich die Herren, welche die Sache interessirt, hiermit einlade. Der benutzte, schon lange bestehende Abessinier-Brunnen hat eine Rohrweite von 80 mm, ist ca. 30 m tief eingesenkt, und ist mit einem Sauger von etwa 3 m Länge versehen. Das Rohr ist zu diesem Versuche mit einer Verlängerung von 9 m über dem Boden versehen; die durch eine in umgekehrter Richtung gedrehte Lokomobile komprimirte Luft wird durch ein Bleirohr von 2 cm lichter Weite, dessen unteres Ende mit einem unten geschlossenen Kupferrohr mit vielen feinen Löchern zum Austritt der Luft versehen ist, im Rohre hinab bis zum Sauger geführt.

Sobald die Luft im Kessel der Lokomobile bis auf 3 Atmosphären Druck komprimirt ist, tritt dieselbe in das mit Wasser bis zum Grundwasserniveau gefüllte Rohr ein und steigt in demselben in vielen feinen Blasen langsam in die Höhe. Da jede Blase auf das über ihr befindliche Wasser einen Druck vom Gewichte des durch sie verdrängten Wassers ausübt, so wird durch den von sämmtlichen Blasen ausgeübten Auftrieb das Gleichgewicht in dem aus dem Rohre und dem Grundwasser gebildeten kommunicirenden Rohrsystem gestört, das Wasser muss sich im Rohre so hoch heben, bis wieder Gleichgewicht mit dem Drucke des Grundwassers herbeigeführt ist, oder, wenn das Rohr so hoch nicht ist, muss es oben ausströmen und mit der der übrig bleibenden Druckdifferenz entsprechenden Geschwindigkeit durch den Sauger nachströmen.

Diese Geschwindigkeit wird eine konstante, wenn der Luftzufluss konstant ist, und ist abhängig von der Menge der in der Zeiteinheit zugeführten Luft und den Reibungswiderständen im Rohre und dem Sauger. Es ist hierbei zu bemerken, dass die Luftblasen, während sie mit dem Wasserstrom schnell in die Höhe steigen, sich allmählich wieder bis zum Atmosphärendruck ausdehnen, also auch eine entsprechend grössere Menge Wasser verdrängen. Für den durch die eingepumpte Luft bewirkten Auftrieb ist daher die mittlere Dichtigkeit der Luft im Rohre in Rechnung zu ziehen. Soll das Wasser mithin um die halbe Grundwasserhöhe, vom Sauger an gemessen, gehoben werden, so muss zur Erzielung des hydrostatischen Gleichgewichts das specifische Gewicht des Gemisches von Wasser und Luft im Rohre im Durchschnitt $^2/_3$ sein, es muss also hierfür $^1/_3$ des durch den Sauger eintretenden Wasservolumens Luft von der Dichtigkeit der halben Druckhöhe des

Grundwassers eingeführt werden, oder $^{1}/_{6}$ des Wasservolumens zur vollen Druckhöhe komprimirte, in der Tiefe eintretende Luft. Zur Beschleunigung des Wassers bis zur Austrittsgeschwindigkeit und zur Ueberwindung des Reibungswiderstandes im Rohre und im Sauger muss dieses Luftvolumen noch entsprechend vergrössert werden.

Diese Vermehrung des nöthigen Luftquantums zur Erzeugung der Wasserbewegung bildet im Wesentlichen den Arbeitsverlust, zu dem noch hinzuzurechnen ist der Arbeitsverlust durch Erwärmung der Luft bei ihrer Kompression und ein weiterer, der vom Verhältniss der Geschwindigkeit, mit welcher die Luftblasen im ruhigen Wasser aufsteigen, zu der Geschwindigkeit, mit welcher sie mit dem strömenden Wasser emporsteigen, abhängt. Tritt die Luft durch viele feine Oeffnungen in das Wasser ein, so dass die Blasen klein werden, also langsam im ruhigen Wasser aufsteigen, und ist die Wassergeschwindigkeit beträchtlich, so ist der letztgenannte Arbeitsverlust nur unbedeutend. Bei dem angeführten Versuche wurde durch das 80 mm weite Rohr in der Minute eine Wassermenge von 600—700 l gehoben und eine Wassergeschwindigkeit von 2,5 m in der Sekunde erzielt. In Wirklichkeit ist die Geschwindigkeit noch viel grösser, da das Wasser, namentlich im oberen Theil des Rohres mit einer grossen Menge Luft gemischt ist, und als ein schwerer, homogener Schaum aus der Rohrmündung herausgeschleudert wird. Eine Berechnung der Oekonomie dieser Wasserhebungsmethode hat noch nicht ausgeführt werden können, und es wird auch noch vieler Versuche bedürfen, um die besten Verhältnisse der Rohr- und Saugerdimensionen, der Rohrlänge zu der Hubhöhe des Wassers und der einzublasenden Luftmenge zu ermitteln. Man kann aber schon jetzt mit Bestimmtheit behaupten, dass diese neue Wasserhebungsmethode in vielen Fällen, namentlich beim Bergbau, ländlichen Bewässerungsanlagen etc. nützliche Verwendung finden wird. Sie ist auch nicht auf die Benutzung von Abessinier-Brunnen mit Saugern beschränkt, sondern überall da anwendbar, wo man durch Anlage tiefer Brunnen oder eingesenkter tiefer Röhren, von deren Grund aus sich das Steigerohr erhebt, ein kommunicirendes Rohr von mindestens halber Höhe des Steigerohrs unter dem Niveau des zu hebenden Wassers herstellen kann.

Neuerung bei der elektrolytischen Gewinnung von Kupfer und Zink.

(Deutsches Reichspatent Nr. 42243 vom 14. September 1886.)

1886.

Man hat bisher Kupfer auf elektrolytischem Wege in der Weise dargestellt, dass man als Anoden entweder Platten aus unreinem Kupfer oder aus Kupferstein anwendete. Es wurde dann durch den elektrischen Strom Kupfer bezw. Eisen und Kupfer der Anode gelöst und an der Kathode Kupfer galvanisch niedergeschlagen. Im letzteren Falle wird aber die Lösung bald kupferarm und muss durch neue Lösung ersetzt werden, deren Darstellung aus den Erzen mit Kosten und Schwierigkeiten verschiedener Art verbunden ist. Ausserdem bedingt die Herstellung der Anoden aus geschmolzenem Kupferstein einen vorhergehenden Schmelzprocess des gerösteten, geschwefelten Kupfererzes; der Guss der Anodenplatten ist schwierig und unsicher, und der elektrolytische Process wird durch das Zerfallen der Anoden vor ihrer vollständigen Lösung sehr gestört.

Unser Verfahren besteht nun darin, im Gegensatz zu den früheren Processen, bei denen zum Zwecke der Depolarisation auflösbare Anoden dienten, als Depolarisationsmittel eine Flüssigkeit in Verbindung mit unlöslichen Anoden zu verwenden und das an der Kathode zu zersetzende Kupfersalz von der an der Anode zu oxydirenden Flüssigkeit durch ein nicht metallisches Diaphragma zu trennen. Die der Elektrolyse unterworfene Flüssigkeit besteht aus einer Lösung von Eisenvitriol und Kupfervitriol unter Zufügung von etwas freier Schwefelsäure zur Verbesserung ihrer Leitungsfähigkeit.

Diese Flüssigkeit wird bei Anwendung einzelner Zersetzungszellen am besten kontinuirlich nahe dem Boden der die Kathodenplatten umgebenden Flüssigkeit eingeführt, steigt an diesen in die Höhe, wobei sich ein Theil des Kupfers durch den elektrischen Strom metallisch an den Kathoden absetzt, und fliesst über den oberen Rand der Membran

in die Anodenräume, welche sie durchströmt, um am Boden derselben wieder abgezogen zu werden (Fig. 188).

Während dieses Niederganges wird nun das schwefelsaure Eisenoxydul zunächst in basisches schwefelsaures Eisenoxyd, sodann durch Aufnahme von aus der Zersetzung des Kupfervitriols herstammender freier Schwefelsäure in neutrales schwefelsaures Eisenoxyd umgewandelt, wobei letzteres seines grösseren specifischen Gewichtes wegen an den Kohlenstäben oder Platten zum Boden niedersinkt. Die abfliessende Flüssigkeit ist also kupferärmer geworden und besteht zum Theil aus einer Lösung von neutralem schwefelsauren Eisenoxyd. Diese Lösung hat nun die Eigenschaft, Halbschwefelkupfer, Einfachschwefelkupfer, sowie auch Kupferoxyd in Kupfervitriol überzuführen. Es wird dabei bei der ersten der Auflösungen der beiden Kupferverbindungen das schwefelsaure Eisenoxyd in schwefelsaures Eisenoxydul zurückgebildet, während der frei werdende Sauerstoff das Schwefelkupfer oxydirt. Durch die vorhergegangene Röstung des Kupferkieses bei gelinder Temperatur hat man nun ein Produkt erhalten, in welchem das Kupfer im Wesentlichen als Halbschwefelkupfer, das Eisen aber als Oxyd enthalten ist, also letzteres in einer Form, welche durch schwefelsaures Eisenoxyd gar nicht, durch Schwefelsäure nur sehr unwesentlich angegriffen wird, während das Halbschwefelkupfer durch Eisenoxydlösung energisch aufgelöst wird.

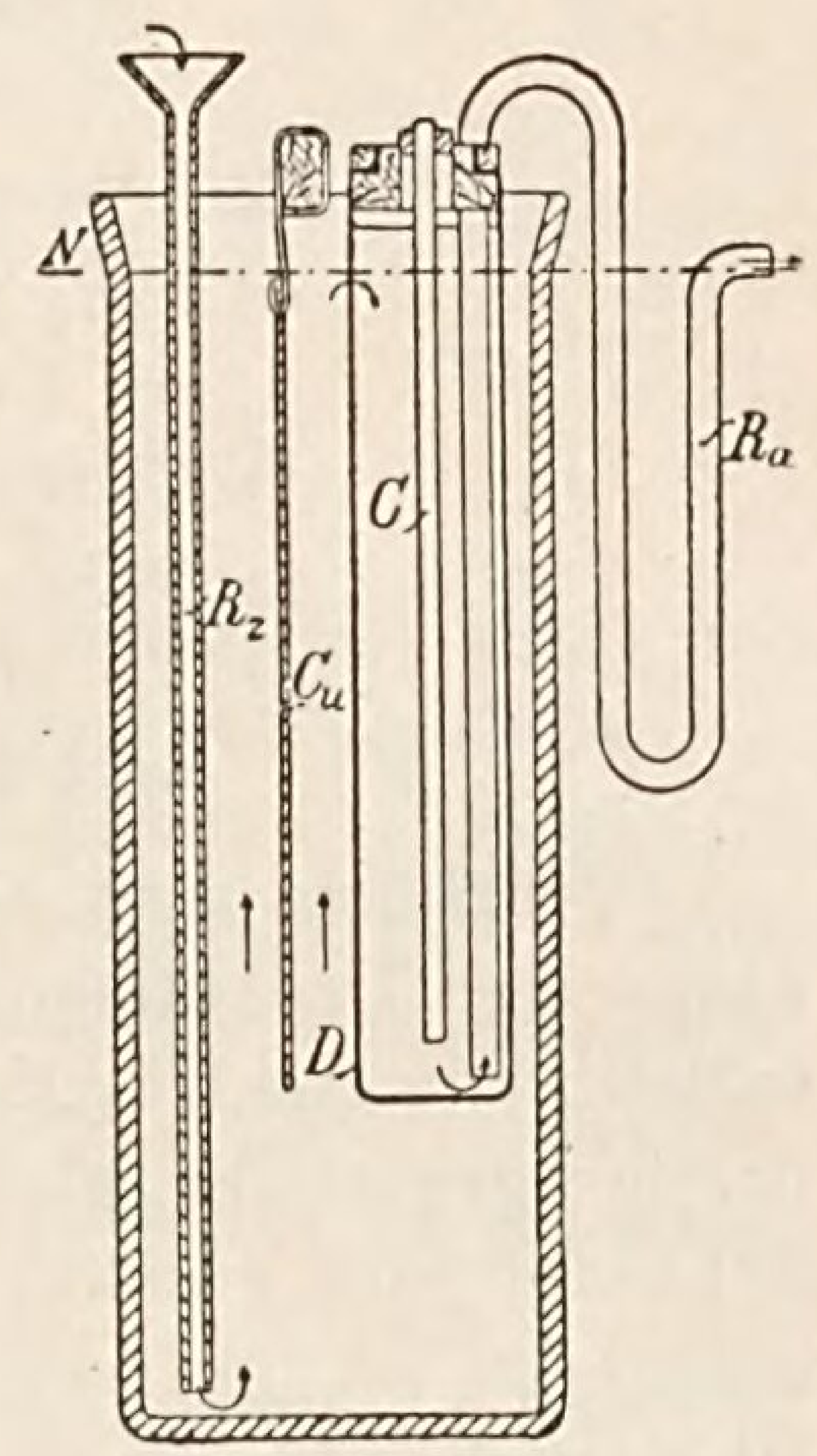


Fig. 188.

Unser Kupfergewinnungsprocess besteht demnach darin, dass man den pulverförmigen Kupferkies bei gelinder Temperatur, am besten in Gerstenhöfer'schen Oefen, so weit abröstet, dass das Eisen fast vollständig oxydirt wird, während das Kupfer zum Theil als schwefelsaures Kupferoxyd, zum andern Theil als Kupferoxyd, zum grössten Theile aber als Halbschwefelkupfer im Röstgut enthalten ist. Das pulverförmige Röstgut wird nun mit der aus den galvanischen Zersetzungszellen ausfliessenden Flüssigkeit ausgelaugt. Diese Auslaugung geschieht am besten in einer Reihe nach einander durchströmter Auslaugegefässe in der Weise, dass die Flüssigkeit zuletzt das zuletzt mit Röstgut beschickte Gefäss durchströmt. Die hierdurch mit Kupfervitriol neu angereicherte Lösung, in der sich kein Eisenoxydsalz mehr befindet, wird nun den galvanischen Zersetzungszellen wieder zugeführt, wird also von Neuem zunächst entkupfert, darauf oxydirt, um dann von Neuem durch das Röstgut zur Aufnahme neuen Kupfers geleitet zu werden. Es ist also ein kontinuirlicher Process, bei dem

dieselbe Flüssigkeit so lange dienen kann, bis sie durch Aufnahme fremder, im Erz vorhandener Metalle zu unrein für den galvanischen Niederschlagsprocess geworden ist.

Die bei der Elektrolyse und dem Auslaugungsverfahren sich abspielenden chemischen Processe erhellen aus folgenden Gleichungen:

1. Vorgänge bei der Elektrolyse:

$$x\,H_2SO_4 + 2\,CuSO_4 + 4\,FeSO_4 = 2\,Cu + 2\,Fe(SO_4)_3 + x\,H_2SO_4.$$

2. Vorgänge bei der Auslaugung:

α) $x\,H_2SO_4 + Cu2S + 2\,Fe_2(SO_4)_3 = 2\,CuSO_4 + 4\,FeSO_4 + S + x\,H_2SO_4$;

β) $CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$;

γ) $3\,Cu + Fe_2(SO_4)_3 = 3\,CuSO_4 + Fe_2O_3$;

δ) $CuO + 2\,FeSO_4 + H_2O = CuSO_4 + (Fe_2O_3 + SO_3) + H_2$.

Vergleicht man die Formeln 1. und 2. α), so erkennt man, dass, wenn das Erz sämmtliches Kupfer in Form von Halbschwefelkupfer enthält, die elektrolytische Flüssigkeit nach dem Passiren des Auslaugebassins genau die gleiche Menge Kupfervitriol, Eisenvitriol und freie Schwefelsäure enthält, wie vor der Elektrolyse, dass sie also vollständig regenerirt ist und von Neuem zur Elektrolyse verwendet werden kann. Ist dagegen das Kupfer zum Theil auch als Kupferoxyd im Erz vorhanden, so erkennt man aus den Gleichungen 2. β), γ), δ), dass in diesem Falle nach der Auslaugung die elektrolytische Flüssigkeit kupferreicher, aber ärmer an Eisengehalt und freier Schwefelsäure geworden ist, als sie vor der Elektrolyse gewesen ist.

Es bedarf kaum einer Erwähnung, dass man anstatt des gerösteten Kupfererzes auch ungerösteten Stein zur Auslaugung verwenden kann, in dem das Kupfer fast ausschliesslich als Halbschwefelkupfer vorhanden ist. Hierbei wird aber nicht nur Kupfer, sondern auch Eisen gelöst, so dass eine vollständige Konstanz der Lösung an Kupfer und Eisen nicht erreicht wird.

Es ist hierbei zu bemerken, dass bei dem beschriebenen galvanischen Process keine Polarisation stattfindet, und dass auch die verschiedene Stellung der Anode und Kathode in der Spannungsreihe keine elektrische Gegenkraft bewirkt.

Während bei Anwendung von Kupfersteinanoden eine Potentialdifferenz von ca. 1,5 Volt konsumirt wird, ist bei den beschriebenen Processen nur eine Spannung von ca. 0,7 Volt bei derselben Stromdichte erforderlich. Während ferner bei Anwendung von Kupfersteinanoden ca. $^1/_3$ der Strommengen zur Leistung anderer Reduktionsarbeiten verwendet wird und demnach verloren geht, findet bei dem beschriebenen Process kein Stromverlust statt.

Dasselbe Verfahren kann ferner zur galvanischen Gewinnung des Zinks aus geschwefelten Zinkerzen mit Hülfe einer Lösung von Zinkvitriol und Eisenvitriol verwendet werden. Es bildet sich in den elektrolytischen Zersetzungszellen Zink und schwefelsaures Eisenoxyd, gemäss der Gleichung:

$$ZnSO_4 + 2\,FeSO_4 = Zn + Fe_2(SO_4)_3.$$

Das so gebildete schwefelsaure Eisenoxyd besitzt nun die Eigenschaft, aus schwach gerösteten Schwefelzinkerzen Zink aufzulösen, indem Zinkvitriol und schwefelsaures Eisenoxydul entstehen, gemäss der Gleichung:

$$ZnS + Fe_2(SO_4)_3$$
$$= ZnSO_4 + 2\,FeSO_4 + S.$$

Eine Vergleichung dieser mit der vorhergehenden Gleichung ergiebt, dass nach der Auslaugung schwach gerösteter Schwefelzinkerze durch die elektrolytisch oxydirte Flüssigkeit Zink und Eisengehalt wieder ganz so gross werden, wie sie vor der Elektrolyse waren. Allerdings ist bei diesem Zinkprocess die nöthige Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode des elektrolytischen Bades etwa doppelt so gross, wie bei den vorher beschriebenen Kupferprocessen wegen der elektrischen Spannungsdifferenz zwischen Zink und Kohle.

Es lässt sich auch die den beschriebenen Processen zu Grunde liegende neue Thatsache, dass sich oxydirbare, die Elektricität leitende Lösungen an einer aus Kohle (oder auch Platina, Gold etc.) bestehenden Anode durch den galvanischen Strom unter gewissen Bedingungen ohne Auftreten von Polarisation höher oxydiren, zu anderen chemischen Operationen benutzen, indem man den Zersetzungsapparat so einrichtet, dass in den die Anoden umgebenden Zellen die zu oxydirende, in den die Kathoden umgebenden eine zu reducirende Flüssigkeit cirkulirt. Da es im Allgemeinen bequemer ist, elektrische Ströme hoher Spannung zu erzeugen und zu benutzen und hierdurch die Hintereinanderstellung einer grösseren Anzahl von Zersetzungszellen erforderlich ist, so ist eine derartige Flüssigkeitsleitung durch die Zersetzungszellen nothwendig, dass zuerst sämmtliche Kathodenzellen hinter einander von der regenerirten Flüssigkeit durchlaufen werden, dass darauf dieselbe Flüssigkeit durch sämmtliche Anodenzellen und schliesslich durch die mit Röstgut gefüllten Regenerirungsbassins geführt wird. Es wird hierdurch erzielt, dass in der die Kathodenzellen füllenden Flüssigkeit kein Eisenoxydsalz enthalten ist, welches durch den Strom reducirt werden und dadurch die Kupferausscheidung, sowie die Anreicherung mit Eisenoxydsalz in der Endlauge beeinträchtigen würde.

Um einen schnellen Flüssigkeitsstrom durch die sämmtlichen Zellen zu erzielen, der für die gute Wirkung erforderlich ist, stellen wir die Zersetzungszellen in einer treppenförmig aufsteigenden Reihe auf

(Fig. 189) und verbinden alle Kathodenabtheilungen $K_1 K_2 K_3 \ldots$, sowie alle Anodenabtheilungen $A_1 A_2 A_3 \ldots$ der Zellen durch Heber h und k mit einander. Um das Niveau in allen Gefässen dabei unabhängig von der Zuflussmenge zu erhalten, werden die zu den tiefer

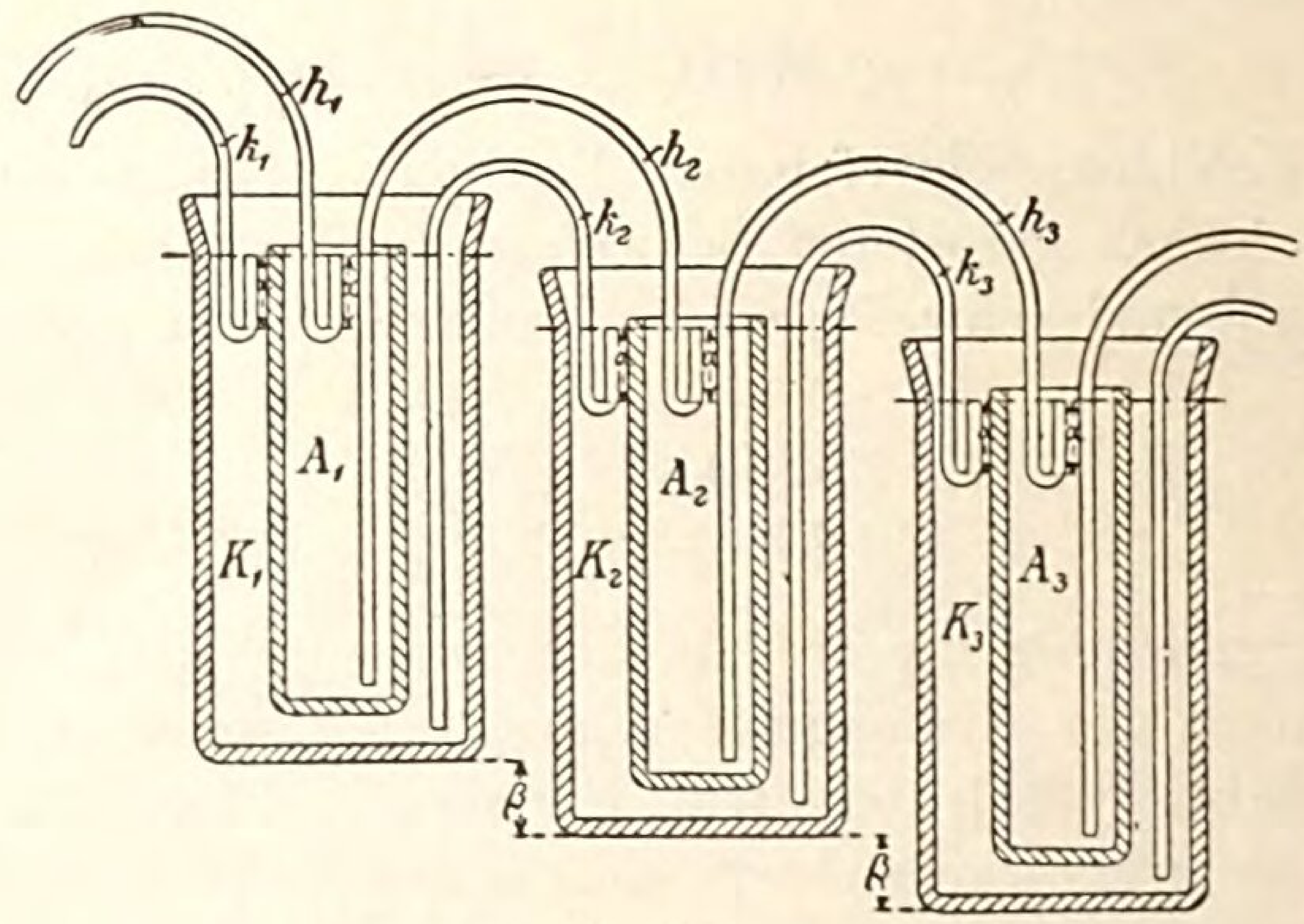


Fig. 189.

stehenden Zellen führenden Heberschenkel um ein Stück α aufwärts gebogen, welches gleich ist dem Höhenunterschiede β zweier auf einander folgenden Zellen.

Patent-Anspruch:

Bei der elektrolytischen Gewinnung von Kupfer und Zink das Auslaugen der gepulverten, gerösteten oder geschmolzenen Schwefelerze mittelst Ferrisulfats, welches in den Bädern selbst erzeugt wird, indem der Lauf des aus Kupfer- bezw. Zinksulfat und Ferrosulfat bestehenden Elektrolyts so geführt wird, dass von demselben zunächst die Kathodenzellen, um Kupfer oder Zink auszufällen, dann die durch nichtmetallische Diaphragmen von jenen geschiedenen, mit elektrolytisch unlöslichen Anoden versehenen Anodenräume zur Verwandlung des Ferrosulfats in Ferrisulfat und schliesslich das betreffende Erz durchströmt werden, worauf die regenerirte Flüssigkeit wieder den Kathodenzellen zugeführt wird.

Das naturwissenschaftliche Zeitalter.

(Vortrag in der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte am 18. September 1886.)

1886.

Geehrte Versammlung!

Die hier so zahlreich und glänzend vertretene Gesellschaft der Naturforscher und Aerzte erhob vor bald sechzig Jahren zuerst in unserem Vaterlande das Banner der freien Forschung, indem sie durch ihre Wanderversammlungen die bis dahin nur im abgeschlossenen Kreise der Fachgelehrten betriebenen Naturwissenschaften dem öffentlichen Leben zugänglich und dadurch dienstbar machte. Es war dies ein folgenschwerer Schritt. Mit ihm begann ein neues Zeitalter der Menschheit, welches wir berechtigt sind, das naturwissenschaftliche Zeitalter zu nennen.

Zwar hatte die Natur selbst, die dem körperlich nur schwach ausgerüsteten Urmenschen als gewaltigste aller Waffen zu seinem Kampfe ums Dasein Geisteskraft und Beobachtungsgabe verlieh, ihn schon auf die Benutzung der Naturkräfte angewiesen, und die wachsende Kenntniss ihrer zweckmässigen Verwendung hat der Menschheit auch schon frühzeitig den Weg zu höherer Kultur vorgezeichnet; es konnte sich sogar die Technik früherer Zeitperioden auf vielen Gebieten zu einer noch heute bewunderten Höhe entwickeln; sie konnte namentlich die Mittel zu künstlerischen Leistungen von noch jetzt unerreichter Vollkommenheit gewähren, — es geschah dies aber immer auf dem mühsamen und vielfach irreleitenden Wege des Sammelns rein empirischer Beobachtungen und unverstandener und zusammenhangsloser Erfahrungen, also auf einem Wege, der nur langsam zur Entwickelung höherer Kulturstufen führen konnte.

Diese Kulturstufen umfassten auch immer nur einen engbegrenzten Entwickelungskreis, und es fehlte ihnen die Beständigkeit, da Erfahrungen und Geschicklichkeit an der Person haften und mit ihr zu

Grunde gehen. Daher sehen wir im Laufe der Zeiten auch vielfach lokal begrenzte Kulturepochen sich entwickeln und in den Stürmen folgender Zeiten fast spurlos wieder verschwinden. — Auch später noch, nachdem durch die entstandene Technik der mechanischen Vervielfältigung von Schrift und Bild die geistigen Errungenschaften zu einem bleibenden Gemeingute der Menschheit geworden waren, und selbst noch nachdem durch grosse Geister schon die Grundlagen zu unserer jetzigen Naturwissenschaft gelegt waren und die Ueberzeugung sich schon Bahn gebrochen hatte, dass unabänderliche feste Gesetze allen Naturerscheinungen zu Grunde liegen, und dass der einzige sichere Weg, diese Gesetze kennen zu lernen, darin besteht, die Natur selbst durch richtig geleitete Experimente zu befragen, — selbst da noch war der wissenschaftliche und technische Fortschritt mühsam, langsam und unsicher. Es bedurfte erst des Heraustretens der Wissenschaft in das öffentliche Leben, es musste erst die rein empirische Technik von dem Geiste der modernen Naturwissenschaft durchdrungen werden, um sie vom Banne des Hergebrachten und Handwerksmässigen zu erlösen und sie zur Höhe der naturwissenschaftlichen Technik zu erheben.

Wir Aelteren unter Ihnen haben das Glück gehabt, Zeuge des gewaltigen Aufschwunges zu sein, zu dem die menschliche Thätigkeit auf fast allen Gebieten des Lebens durch den belebenden Odem der Naturwissenschaften angeregt wurde. Wir haben aber auch gleichzeitig gesehen, wie die Wissenschaft ihrerseits wiederum durch die technischen Errungenschaften gefördert wurde, wie die Technik ihr eine Fülle neuer Erscheinungen und Aufgaben und damit die Anregung zu weiteren Forschungen brachte, und wie mit der Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse ihr ein Heer von Beobachtern und Mitarbeitern erwuchs, die vielleicht nicht auf der vollen Höhe wissenschaftlicher Kenntniss standen, bei denen aber die Liebe zur Wissenschaft oft diesen Mangel zu überwinden wusste.

Ich will es nicht unternehmen, Ihnen die Geschichte der Entwickelung der Naturwissenschaft und der ihr entsprossenen wissenschaftlichen Technik hier vorzuführen, noch Ihnen den mächtig umgestaltenden Einfluss zu schildern, den Naturwissenschaft und Technik im Bunde auf die geistige und materielle Entwickelung unserer Zeitperiode ausgeübt haben. Es ist dies schon vielfach mit überzeugenden Worten und in meisterhafter Form geschehen; eine Zusammenfassung aller hierher gehörigen Erscheinungen zu einem auch nur einigermassen erschöpfenden Bilde würde sich nur als ein Abriss der Geschichte unserer Kultur wiedergeben lassen und die mir heute gestellte Aufgabe überschreiten, welche darin besteht, die Befürchtungen zerstreuen zu helfen, welche in letzter Zeit angesichts des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts vielfach laut werden.

Für uns Alte bedarf es, um den gewaltigen Unterschied zwischen

sonst und jetzt zu überschauen, nur eines kurzen Rückblickes auf unsere eigene Jugendzeit. Wir entsinnen uns noch der Zeit, als Dampfschiff und Lokomotive ihre ersten schwachen Gehversuche machten; wir hörten noch mit ungläubigem Staunen die Mähr, dass das Licht selbst die Bilder auch malen sollte, die es unserem Auge sichtbar macht; dass die räthselhafte neue Kraft, die Elektricität, mit Blitzesgeschwindigkeit Nachrichten durch ganze Kontinente und das sie trennende Weltmeer übermittelte, dass dieselbe Kraft Metalle in fester Form aus ihren Lösungen ausschied und die Nacht mit tageshellem Lichte zu vertreiben vermochte! Wer wundert sich heute noch über diese jetzt selbstverständlichen Dinge, ohne welche sich unsere Jugend ein civilisirtes Leben kaum noch vorstellen kann, in einer Zeit, wo nach Reuleaux' Berechnung für jeden civilisirten Menschen mehrere eiserne Arbeiter Tag und Nacht arbeiten, wo durch gebändigte Naturkräfte fortbewegt täglich viele Millionen Menschen einander nahe treten, welche gestern noch weite Entfernung trennte, und unermessliche Gütermassen über Länder und Meere, durch die Gebirge hindurch und über deren Scheitel und Schluchten hinweg in früher kaum denkbarer Geschwindigkeit ihnen zugeführt werden, wo der weltverbindende Telegraph unseren Verkehrsbedürfnissen nicht mehr genügt und der Uebertragung des lebendigen Wortes durch das Telephon auf Strecken hin weichen muss, gegen welche die der menschlichen Stimme durch die Natur gesetzten Schranken als fast verschwindend zurücktreten, wo die neueste Frucht der Verbindung von Naturwissenschaft und Technik, die Elektrotechnik, in ihrem rapiden Entwickelungsgange der Menschheit immer neue, in ihrer Ausdehnung noch ganz unabsehbare Gebiete für weitere Erforschung und nützliche Anwendung der Naturkräfte eröffnet! Für den Naturforscher, der mehr als andere Menschenklassen daran gewöhnt ist, aus dem Verlaufe beobachteter Erscheinungen Schlüsse auf das sie beherrschende Gesetz zu ziehen, ist aber nicht der letztgegebene Zustand der Entwickelung, für ihn sind ihre Ursachen und das dieselben bedingende Gesetz von überwiegender Bedeutung.

Dies klar erkennbare Gesetz ist das der stetigen Beschleunigung unserer jetzigen Kulturentwickelung. Entwickelungsperioden, die in früheren Zeiten erst in Jahrhunderten durchlaufen wurden, die im Beginne unserer Zeitperiode noch der Jahrzehnte bedurften, vollenden sich heute in Jahren und treten häufig schon in voller Ausbildung ins Dasein. Es ist dies einerseits die natürliche Folge einer Erscheinungsform unseres Kulturfortschrittes selbst, nämlich des heutigen, insbesondere in unserem Vaterlande hoch entwickelten Unterrichtssystems, durch welches die Errungenschaften der Wissenschaft, namentlich aber die wissenschaftlichen Methoden, im breiten Strome der Technik dem Volksleben überhaupt in allen seinen Thätigkeitsformen zugeführt werden, andererseits die Wirkung des sich selbst verjüngenden wissen-

schaftlich-technischen Fortschritts. Und so sehen wir, wie heute jeder neue wissenschaftliche Gedanke in unaufhörlicher Wiedergeburt von seiner Mutter getragen die ganze civilisirte Welt durcheilt, wie Tausende ihn ergreifen und auf den verschiedensten Gebieten des Lebens zu verwerthen suchen. Sind es auch bisweilen nur unscheinbare Beobachtungen, ist es auch bisweilen nur die Ueberwindung ganz kleiner Hindernisse, welche der Erkenntniss des wissenschaftlichen Zusammenhanges von Erscheinungen entgegenstanden — sie werden oft Ausgangspunkte einer gar nicht vorherzusehenden, für das menschliche Leben höchst bedeutsamen Entwickelungsreihe. Die hierdurch bedingte beschleunigt fortschreitende Entwickelung wird daher, falls nicht der Mensch in seinem Wahn sie selbst zerstört, so lange fortdauern, als die Naturwissenschaft selbst zu höheren Erkenntnissstufen fortschreitet. Je tieferen Einblick wir aber in das geheimnissvolle Walten der Naturkräfte gewinnen, desto mehr überzeugen wir uns, dass wir erst im ersten Vorhofe der Wissenschaft stehen, dass noch ein ganz unermessliches Arbeitsfeld vor uns liegt, und dass es wenigstens sehr fraglich erscheint, ob die Menschheit jemals zur vollen Erkenntniss der Natur gelangen wird. Es liegt daher kein Grund vor, an der Fortdauer des beschleunigten Aufschwunges der naturwissenschaftlich-technischen Entwickelung zu zweifeln, wenn nicht die Menschen selbst durch kulturfeindliche Handlungen sie durchkreuzen. Doch selbst solche feindlichen Eingriffe können fortan nur zeitweilige Unterbrechungen des Entwickelungsganges, höchstens nur kurze, örtlich begrenzte Rückschritte hervorrufen: denn vor jenem immer tiefer in alle Berufsklassen und Volksschichten eindringenden Lichte der Wissenschaft ziehen sich nicht nur die Kinder der alten Finsterniss, der Aberglaube und das Vorurtheil, mehr und mehr zurück und verlieren allmählich die ihnen eigene Kraft, auf den Gang der Entwickelung hemmend und störend einzuwirken, sondern dank der Buchdruckerkunst und der nunmehrigen räumlichen Ausbreitung der modernen Kultur können die naturwissenschaftlich-technischen Errungenschaften der Menschheit überhaupt nicht wieder verloren gehen. Auch erwächst den Völkern, welche sie pflegen und heben, durch sie ein so gewaltiges Uebergewicht, eine solche überwiegende Machtfülle, dass ihr Unterliegen im Kampfe gegen uncivilisirte Völker und damit das Hereinbrechen eines neuen barbarischen Zeitalters als vollkommen ausgeschlossen erscheint.

Wenn wir aber die jetzige Kulturentwickelung als eine unaufhaltsame und unzerstörbare ansehen müssen, so bleibt uns zwar das Endziel verborgen, dem diese Entwickelung zustrebt, wir können aber aus dem Entwickelungsgange selbst erkennen, in welcher Richtung sie die bisherigen Grundlagen des Völkerlebens verändern muss. Zu diesem Zweck brauchen wir nur die schon eingetretenen Aenderungen weiter zu verfolgen. Wir erkennen dann leicht, dass im Zeitalter der Herr-

schaft der Naturwissenschaften dem Menschen die schwere Körperarbeit, von der er in seinem Kampfe um das Dasein stets schwer niedergedrückt war und grossentheils noch ist, mehr und mehr durch die wachsende Benutzung der Naturkräfte zur mechanischen Arbeitsleistung abgenommen wird, dass die ihm zufallende Arbeit immer mehr eine intellektuelle wird, indem er die Arbeit der eisernen Arbeiter zu leiten, nicht aber selbst schwere Körperarbeit zu leisten hat. Wir sehen ferner, dass im naturwissenschaftlichen Zeitalter die Lebensbedürfnisse und Genussartikel mit weit weniger Menschenarbeit herzustellen sind, dass also auch bei geringerer Arbeitszeit doch immer noch ein weit grösserer Antheil von diesen Arbeitserzeugnissen auf jeden Menschen entfällt. Wir finden, dass der auf die Technik und das Verkehrsleben übertragene Fortschritt der Naturwissenschaften einen immer leichteren Austausch der Erzeugnisse der verschiedenen Länder und Klimate ermöglicht, der das Leben der Menschen genussreicher gestaltet und ihr Dasein gegen die Folgen örtlichen Misswachses sicherstellt. Wir sehen, dass man durch wissenschaftlich und technisch richtig geleitete Bodenkultur der Scholle eine bedeutend grössere Menge von Ernährungsmitteln abzugewinnen vermag, als bisher, so dass die Zahl der auf sie angewiesenen Menschen eine entsprechend grössere werden darf; es erscheint sogar sehr wahrscheinlich, dass es der Chemie im Bunde mit der Elektrotechnik dereinst gelingen wird, aus der unerschöpflichen Menge der überall vorhandenen Elemente der Nahrungsmittel diese selbst herzustellen und dadurch die Zahl der zu Ernährenden von der schliesslichen Ertragsfähigkeit des Bodens unabhängig zu machen.

Diese sich progressiv steigernde Leichtigkeit der Gewinnung der materiellen Existenzmittel wird dem Menschen wegen der kürzeren Arbeitszeit, die er darauf zu verwenden hat, den nöthigen Ueberschuss an Zeit zu seiner besseren geistigen Ausbildung und zu geistigen Lebensgenüssen gewähren; die mit der Erkenntniss der Wirkungen der Naturkräfte wachsende Erkenntniss der Bedingungen für das körperliche Wohlbefinden wird zur gesunderen Entwickelung der künftigen Menschengeschlechter an Körper und Geist führen; die immer vollkommener und leichter herzustellenden mechanischen Reproduktionen künstlerischer Schöpfungen werden diesen auch Eingang in die Hütte verschaffen und die das Leben verschönernde und die Gesittung hebende Kunst der ganzen Menschheit, anstatt wie bisher nur den bevorzugten Klassen derselben zugänglich machen! Halten wir dabei an der Ueberzeugung fest, dass das immer tiefer die ganze menschliche Gesellschaft durchdringende Licht der Wissenschaften den erniedrigenden Aberglauben und den zerstörenden Fanatismus, diese grössten Feinde der Menschheit, in wirksamer Weise bekämpft, so können wir mit stolzer Freude an dem Aufbau des Zeitalters der Naturwissenschaften weiterarbeiten, in der sicheren Zuversicht, dass es die Menschheit moralischen

und materiellen Zuständen zuführen werde, die besser sind, als sie je waren und heute noch sind.

Diese Freude wird uns aber in neuerer Zeit sehr verkümmert durch trübe pessimistische Anschauungen, welche sich sowohl in gebildeten Kreisen, als auch in breiten Volksschichten über den Einfluss, den die schnelle Entwickelung der Naturwissenschaften und Technik auf die Gestaltung des Volkslebens ausübt, und über das Endziel dieser Entwickelung selbst gebildet haben.

Es werden die Fragen aufgeworfen und erörtert, ob die Menschheit durch alle diese Errungenschaften der Naturwissenschaft und Technik auch wirklich besser, ob sie auch glücklicher werde, ob jene Errungenschaften nicht vielmehr zur Zerstörung aller idealen Güter und zu roher Genusssucht führen; ob nicht die ungleiche Vertheilung der Güter und Freuden des Lebens durch sie vergrössert würde, ob nicht durch die Entwickelung der Maschinenindustrie und die durch sie bedingte Theilung der Arbeit die Arbeitsgelegenheit für den Einzelnen vermindert und die Arbeiter selbst nicht in eine unfreiere, abhängigere Stellung gebracht würden als bisher; ob nicht mit einem Worte durch sie nur anstatt der Herrschaft der Geburt und des Schwertes die noch mehr niederdrückende des ererbten oder erworbenen Besitzes herbeigeführt werde?

Es lässt sich nicht verkennen, dass diesen trüben Anschauungen heute noch eine gewisse Berechtigung zuerkannt werden muss. Die schnell und unaufhaltsam vorschreitende naturwissenschaftliche Technik muss in ihrem Entwickelungsgange in viele Erwerbszweige zerstörend eingreifen. Die besseren Arbeitsmethoden führen vielfach dahin, dass die Güter-Erzeugung schneller steigt, als der Verbrauch, und dass die Arbeitsgelegenheit vermindert wird, weil die bisherige Handarbeit, welche für die gleiche Arbeitsleitung weit grössere Arbeitermengen beschäftigte, im Ringen mit der Arbeit der Specialmaschine zum Erliegen kommt. Aehnliche Erscheinungen treten bei der Produktion der Ernährungsstoffe auf. Die billigen Verkehrsmittel führen den alten Kulturländern in Massen die Bodenerzeugnisse ferner, noch wenig bewohnter Gegenden zu, deren jungfräulicher Boden noch keiner künstlichen Befruchtung bedarf, in denen aber der Mangel an Arbeitskräften die mechanischen Bearbeitungsmethoden gezeitigt hat. Auf diese Weise werden aber Preise herbeigeführt, bei denen unsere alte Bodenkulturmethode mit Handarbeit nicht bestehen kann. Zwar bietet die naturwissenschaftliche Technik die Mittel dar, durch vollständigen Ersatz der verbrauchten Bodenstoffe und rationellere Bearbeitungsmethoden diese Nachtheile auszugleichen; es hält aber unendlich schwer, altgewohnte, aber unhaltbar gewordene Verhältnisse und Methoden durch bessere zu ersetzen. Es mehren sich daher die Klagen über das allgemeine Sinken der Preise und über Mangel an Arbeits-

gelegenheit, und es werden sehr bedenkliche Theorien aufgestellt, um durch Absperrung der einzelnen Länder gegen die anderen und durch gewaltsame Beschränkung der Produktion die empfundenen Uebelstände zu bessern. Die Anhänger derartiger Theorien gehen sogar vielfach so weit, der naturwissenschaftlich-technischen Zeitrichtung jeden Nutzen für die Menschheit abzusprechen und von einer Rückkehr zu den Arbeitsmethoden früherer, vermeintlich glücklicherer Zeiten zu träumen! Sie bedenken indessen hierbei nicht, dass dann auch die Zahl der Menschen auf den früheren Betrag zurückgeführt werden müsste! Die Zahl glücklicher Hirten und Jäger, die ein Land ernähren kann, ist aber nur klein, und bei der Abwägung der grösseren oder kleineren Glückseligkeit einer Zeitperiode muss doch diese Zahl immer als ein wesentlicher Faktor auftreten. Es ist ein zwar hartes, aber leider auch unabänderliches sociales Gesetz, dass alle Uebergänge zu anderen, wenn auch besseren Zuständen mit Leiden verknüpft sind. Es ist daher auch gewiss ein humanes Beginnen, diese Leiden der gegenwärtigen Generation zu mildern durch eine zweckmässige Leitung und theilweise Beschränkung der neuen, unaufhaltsam hereinbrechenden Umwälzung in den socialen Grundlagen des Völkerlebens; es wäre aber ein aussichtsloses Unternehmen, den Strom dieser Entwickelung unterbrechen oder gar zur Umkehr zwingen zu wollen! Er muss mit Nothwendigkeit seiner vorgezeichneten Bahn folgen, und diejenigen Länder und Völker werden am wenigsten von seinen Zerstörungen betroffen und zuerst der Wohlthaten des naturwissenschaftlichen Zeitalters theilhaftig werden, welche am meisten zur friedlichen Entwickelung desselben beitragen. Dass dieses letztere aber die Menschheit wirklich besseren Zuständen entgegenführt, dass es in seinem weiteren Fortschreiten die Wunden, die es schlug, auch wieder heilen wird, ist, trotz der unvermeidlichen Leiden während des Ueberganges zu neuen Lebensformen, schon deutlich an vielen Erscheinungen zu erkennen.

Ist nicht die allgemein auftretende Erscheinung des Sinkens der Preise aller Lebensbedürfnisse und Arbeitserzeugnisse bei gleichzeitig gewaltig gesteigertem Verbrauch derselben ein unzweifelhafter Beweis dafür, dass die zu ihrer Herstellung erforderliche Menschenarbeit nicht nur leichter als früher, sondern auch geringer geworden ist? dass also die Richtung der Entwickelung dahin geht, dass die Menschen künftig nur viel kürzere Zeit zu arbeiten brauchen, um sich ihre Lebensbedürfnisse zu gewinnen? Zeigt nicht die gleichzeitig auftretende Erscheinung, dass die Arbeitslöhne nicht gleichmässig mit dem Preise der Waaren sinken, auf eine Verbesserung des Looses der Arbeiter mit der Entwickelung des naturwissenschaftlichen Zeitalters hin? Billigere Beschaffung der Lebensbedürfnisse ist doch gleichbedeutend mit Lohnerhöhung. „Höhere Löhne bei kürzerer Arbeitszeit!“, diese immer lauter erschallende Forderung der sogenannten arbeitenden Klassen,

ergeben sich daher als natürliche Folgen der Entwickelung. Denn abgesehen von Krisen und Uebergangszuständen werden nicht mehr Erzeugnisse hergestellt, als verbraucht werden, die mittlere Arbeitszeit muss daher nothwendig mit der vergrösserten Schnelligkeit und Leichtigkeit der Herstellung derselben abnehmen.

Eine andere auch ganz allgemein auftretende Erscheinung ist das Sinken der Kapitalrente. Um die Bedeutung dieser Thatsache zu überblicken, muss man vor Augen behalten, dass das Kapital — der ersparte Arbeitslohn, wie es die Nationalökonomen mit Recht nennen — der Werthmesser alles Besitzes ist: Eigenes oder geborgtes Kapital befähigt den Menschen, sich den Niessbrauch fremder Arbeit zu erwerben. Würde das Kapital wirklich abgeschafft, wie fanatische, irregeleitete Menschen es anstreben, so müsste die Menschheit in den Zustand der Unkultur zurückfallen, da dann Jeder auf seiner eigenen Hände Arbeit zur Beschaffung seiner Bedürfnisse angewiesen wäre. Mit dem Anwachsen der Arbeitsersparnisse, des Kapitals, kann aber der Bedarf desselben nicht gleichen Schritt halten, da auch die Einrichtungen zur Herstellung der Arbeitserzeugnisse stets leistungsfähiger, einfacher und billiger werden. Es wird daher — immer abgesehen von Uebergangsschwankungen und gewaltsamen Störungen der natürlichen Entwickelung — durchschnittlich mehr Kapital angesammelt, als nützlich verwendet werden kann, oder mit anderen Worten: es findet auch eine „Ueberproduktion" an Kapital statt, die in dem stetigen Sinken des Zinsfusses ihren Ausdruck finden muss und in der That schon findet. Die ersparte frühere Arbeit, das Kapital, wird daher gegenüber der Arbeit der Gegenwart fortlaufend im Werthe sinken und muss sich dadurch im Laufe der Zeit selbst vernichten.

Auch für die weitere und scheinbar gewichtigste Klage der Gegner unserer gegenwärtigen socialen Entwickelung, die Behauptung, dass durch sie die grosse Mehrzahl der Menschen zur Arbeitsleistung in grossen Fabriken verdammt würde, und dass bei der fortschreitenden Arbeitstheilung für freie Arbeit des Einzelnen kein Raum bliebe, — auch hierfür trägt der natürliche Gang der Entwickelung des naturwissenschaftlichen Zeitalters das Heilmittel in sich. Die Nothwendigkeit grosser Fabriken zur billigen Herstellung von Verbrauchsgegenständen ist wesentlich durch die gegenwärtig noch geringe Entwickelung der Maschinentechnik bedingt. Grosse Maschinen geben die mechanische Arbeitsleistung bisher noch viel billiger als kleine, und die Aufstellung der letzteren in den Wohnungen der Arbeiter stösst ausserdem noch immer auf grosse Schwierigkeiten. Es wird aber unfehlbar der Technik gelingen, dies Hinderniss der Rückkehr zur wettbewerbsfähigen Handarbeit zu beseitigen, und zwar durch die Zuführung billiger mechanischer Arbeitskraft, dieser Grundlage aller Industrie, in die kleineren Werkstätten und Wohnungen der Arbeiter. Nicht eine

Menge grosser Fabriken in den Händen reicher Kapitalisten, in denen „Sklaven der Arbeit“ ihr klägliches Dasein fristen, ist daher das Endziel der Entwickelung des Zeitalters der Naturwissenschaften, sondern die Rückkehr zur Einzelarbeit oder, wo es die Natur der Dinge verlangt, der Betrieb gemeinsamer Arbeitsstätten durch Arbeitervereinigungen, die erst durch die allgemeinere Verbreitung von Kenntniss und Bildung und durch die Möglichkeit billiger Kapitalbeschaffung eine gesunde Grundlage erhalten werden.

Ebenso unberechtigt ist die Klage, dass das Studium der Naturwissenschaften und die technische Anwendung der Naturkräfte der Menschheit eine durchaus materielle Richtung gäbe, sie hochmüthig auf ihr Wissen und Können, und idealen Bestrebungen abwendig mache. Je tiefer wir in das harmonische, durch ewige unabänderliche Gesetze geregelte und unserem vollen Verständniss dennoch so tief verschleierte Walten der Naturkräfte eindringen, desto mehr fühlen wir uns umgekehrt zu demüthiger Bescheidenheit angeregt, desto kleiner erscheint uns der Umfang unserer Kenntnisse, desto lebhafter wird unser Streben, mehr aus diesem unerschöpflichen Born des Wissens und Könnens zu schöpfen, und desto höher steigt unsere Bewunderung der unendlichen ordnenden Weisheit, welche die ganze Schöpfung durchdringt! Und die Bewunderung dieser unendlichen Weisheit ruft wieder jenen Forschungsdrang hervor, jene hingebende, reine, ihren letzten Zweck in sich selbst findende Liebe zur Wissenschaft, die namentlich dem deutschen Gelehrten stets zur hohen Zierde gereichte, und die hoffentlich auch den künftigen Geschlechtern erhalten bleibt.

Und so, meine Herren, wollen wir uns nicht irre machen lassen in unserem Glauben, dass unsere Forschungs- und Erfindungsthätigkeit die Menschheit höheren Kulturstufen zuführt, sie veredelt und idealen Bestrebungen zugänglicher macht, dass das hereinbrechende naturwissenschaftliche Zeitalter ihre Lebensnoth, ihr Siechthum mindern, ihren Lebensgenuss erhöhen, sie besser, glücklicher und mit ihrem Geschick zufriedener machen wird. Und wenn wir auch nicht immer den Weg klar erkennen können, der zu diesen besseren Zuständen führt, so wollen wir doch an unserer Ueberzeugung festhalten, dass das Licht der Wahrheit, die wir erforschen, nicht auf Irrwege führen, und dass die Machtfülle, die es der Menschheit zuführt, sie nicht erniedrigen kann, sondern sie auf eine höhere Stufe des Daseins erheben muss!

Ueber die Möglichkeit der Darstellung von Nahrungsmitteln mittelst Elektricität.

(Elektrotechnische Zeitschrift Bd. 7, S. 481.)

1886.

Ich habe, wie den älteren unserer Herren Mitglieder bekannt ist, in einer Rede, die für die Naturforscher-Gesellschaft in Baden-Baden bestimmt war, einen Ausspruch gethan, der im ersten Heft unserer Zeitschrift vom Jahre 1880 mit dem Abdrucke meines Vortrages Aufnahme gefunden hat, und welcher dahin lautete, dass es wahrscheinlich in Zukunft, in Zeiten, wo die Steinkohle, unser Hauptbrennmaterial, zu Ende ginge, durch die Elektrotechnik im Bunde mit der Chemie werde ermöglicht werden, die in der Natur vorhandenen Elementarkräfte zur Darstellung transportablen Brennmaterials zu benutzen und damit die Lebensbedingungen der Menschheit noch längere Zeit zu erhalten. Es wäre sogar möglich, dass künftig Lebensmittel aus ihren überall vorhandenen Elementen dargestellt werden könnten. Dieser Ausspruch hat damals wenig Aufmerksamkeit erregt und ist ziemlich unbeachtet geblieben. Neuerdings habe ich nun in einem in der hiesigen Naturforscherversammlung gehaltenen Vortrage den zweiten Theil dieses Ausspruches mit einer Anwendung auf sociale Lebensverhältnisse in späteren Zeiten flüchtig wiederholt. Das hat Manchen unserer nationalökonomischen Parteien nicht gefallen. Ich bin heftig deswegen angegriffen worden, und man hat diesen Ausspruch als ein reines Phantasiegebilde hingestellt. Ich bin nun aber nicht gewöhnt, Phantasiegebilde ohne wirklichen, ernsten Hintergrund auszusprechen, und halte es deshalb für angemessen, meinen Ausspruch hier vor Ihnen zu rechtfertigen.

Die Wissenschaft nimmt gegenwärtig an, dass jeder Körper zu seiner Konstituirung eine gewisse Arbeitsmenge oder Energie verbraucht hat. Diese Energie ist mit der Materie selbst, an der sie haftet, geschaffen, sie ist ewig, und ebenso wenig wie diese zu vermehren oder

zu vermindern. Wenn zwei oder mehrere Körper mit einander in chemische Verbindung treten, so können diese Verbindungen einer grösseren oder geringeren Energiemenge zu ihrer Konstituirung bedürfen, als die Körper enthielten, die mit einander in neue Verbindungen getreten sind. Dieser Ueberschuss tritt als Aenderung der Temperatur der neugebildeten Körper in Erscheinung. Wir können also fühlbare oder freie Wärme dadurch erzeugen, dass wir chemische Verbindungen veranlassen, welche zu ihrer Konstituirung einer geringeren Menge Energie bedürfen, als die Körper vor ihrer neuen chemischen Verbindung enthielten. Solche Körper kommen in der Natur zwar als Mineralien vor, wie z. B. der Schwefel und die Schwefelverbindungen der Metalle, dieselben sind aber als Brenn- und Heizmaterial unbequem zu verwenden. Wir sind fast ausschliesslich auf die Pflanzen und deren Ueberbleibsel, die Kohlen, angewiesen. Die Pflanzen verdanken ihr Wachsthum der durch Licht und Wärmestrahlen der Sonne ihnen zugeführten Energie. Stephenson konnte daher, als man ihn fragte, welche Kraft denn eigentlich seine Lokomotive triebe, ganz richtig sagen: „bottled sunlight!“ Alle Energie, die wir auf Erden benutzen und von der wir leben, ist von der Sonne geborgte Energie, die wir zu unserm Glück in den mächtigen Stein- und Braunkohlenlagern in grossen Massen angesammelt finden. Doch auch dies Reservoir von nutzbarer Energie wird dereinst einmal aufgezehrt sein, und es erhebt sich dann die Lebensfrage für die Menschheit, ob sie durch andere Mittel sich das nothwendige Brennmaterial beschaffen kann. Auf chemischem Wege ist dies unmöglich, da sich auf demselben Energie wohl umwandeln und ausbreiten, aber nicht koncentriren lässt.

Das ändert sich aber durch das Dazwischentreten von Elektricität. Wenn man Wasser durch den elektrischen Strom einer Dynamo-Maschine zersetzt, so muss der Strom die Verbindungsenergie, die in der Wasserbildung liegt, hergeben, damit die Bestandtheile Wasserstoff und Sauerstoff von einander getrennt werden und einzeln bestehen können. Diese Energie wird dem elektrischen Strome durch die Dampfmaschine oder einen anderweitigen Motor ertheilt, welcher die Dynamo-Maschine treibt. Abgesehen von Reibungsverlusten u. s. w. muss die vom Motor für sich aufgewendete Arbeit gerade so gross sein, wie der Wärmemenge entspricht, welche von dem mit einander verbrennenden Wasser- und Sauerstoff erzeugt werden kann. Es wird also dieselbe Arbeitsmenge zur Erzeugung des elektrischen Stromes verbraucht, wie durch die Verbrennung der erzeugten Zersetzungsprodukte hervorgebracht werden kann. Dieselbe Menge Energie bleibt also in der Welt; es hat nur eine Uebertragung mechanischer Energie in chemische Energie stattgefunden. Es liegt daher die Möglichkeit vor, durch Aufwand von mechanischer Kraft mit Hülfe des elektrischen Stromes Brenn-

material zu erzeugen. Wasserstoff und Sauerstoff, das Knallgas, ist ein ausgezeichnetes Brennmaterial, aber unbequem zu verwenden. Es kann aber auch anstatt des Wassers Kochsalz oder ein anderes schmelzbares Salz durch den elektrischen Strom zersetzt werden, und wir haben dann in dem festen Natrium, Kalium, Magnesium oder Calcium schon brauchbareres Brennmaterial in fester Form, welches wir mit Hülfe des elektrischen Stromes durch Naturkräfte herstellen können. Es ist also gewiss keine grundlose Phantasie, sondern eine auf ganz bestimmten Thatsachen basirte Annahme, dass man dereinst Brennmaterial durch Benutzung der in der Natur vorhandenen Arbeitskräfte herstellen könnte.

Weit schwieriger steht es mit der Frage nach Herstellung von Lebensmitteln. Diese sind im Wesentlichen auch Brennmaterial. Wir verbrennen die Substanz der Lebensmittel durch verschiedene chemische Aktionen, die in unserm Körper vorgehen, und erzeugen dadurch die Wärme, die unser Leben erhält. Dazu kommt aber ein Zweites. Wir müssen auch die Stickstoffverbindungen unsres Körpers erzeugen oder erneuern. Dazu ist aber nothwendig, dass die Lebensmittel Stickstoffverbindungen enthalten. Der Stickstoff ist nun ein eigenthümlicher Körper, der nur sehr schwer in Verbindung mit anderen Substanzen tritt. Es ist also, um Lebensmittel machen zu können, nothwendig, über Mittel zu gebieten, um die Verbindungsträgheit des Stickstoffes zu überwinden. In der organischen Natur geschieht dies durch den Lebensprocess der Pflanzen. In der unorganischen Natur haben wir nur die Salpetersäure und die Ammoniakverbindungen, deren Entstehung noch ziemlich dunkel ist. Es würde also in der That mein Ausspruch, dass auch die Möglichkeit vorhanden wäre, dass künftig einmal Lebensmittel künstlich dargestellt würden, welche Stickstoff enthalten müssen, eine Phantasie sein, wenn nicht schon eine Richtung, ein Weg offen stände, der Aussicht gäbe, zur dereinstigen Realisirung dieser Hypothese zu gelangen. Dieser Weg ist nun allerdings vorhanden. Vor etwa 30 Jahren habe ich in einer publicirten Untersuchung einen Ozonapparat beschrieben. Dieser Apparat besteht im Wesentlichen aus zwei in einander geschobenen Glasröhren, deren Wände einen gewissen Abstand von einander haben und die aussen mit leitenden Belägen versehen sind. Werden diese mit einer Stromquelle verbunden, die hochgespannte Wechselströme erzeugt, so entsteht im Raume zwischen den Glasröhren eine Lichterscheinung, ohne dass der sie hervorrufende Strom selbst den isolirten Raum durchdränge. Dieser in dem Luftraume stattfindende elektrische Vorgang hat nun die Eigenschaft, Ozon in ihm zu erzeugen; Ozon ist eine Modifikation des Sauerstoffs, die den sogenannten aktiven Zustand desselben darstellt, in welchem er sich mit weit grösserer Energie mit anderen Körpern verbindet. Dieser aktive Sauerstoff hat nun die Eigenschaft, sich beim Entstehen unter Mitwirkung des elektrischen Vorganges mit

dem Stickstoff der Luft direkt zu verbinden. Der sogenannte Schwefelgeruch, der bei jedem Blitzschlag auftritt, stammt von einer Verbindung von Stickstoff mit Sauerstoff, die durch den die Luft durchlaufenden Blitz entsteht. Dass der elektrische Strom die Eigenschaft hat, diese Stoffe mit einander zu verbinden, ist also eine alte bekannte Thatsache. In dem Ozonapparat haben wir nun auch ein mechanisches Hülfsmittel zur Herstellung dieser Verbindungen gewonnen. Derselbe ist als eine offenstehende Eingangspforte in eine Zukunft zu denken, in der wir mit Hülfe mechanisch erzeugter Elektricität gewerbsmässig Stickstoffverbindungen herstellen können. Es ist durchaus eine Sache des gewöhnlichen wissenschaftlich-technischen Fortschrittes, dahin zu kommen, dass wir durch die Chemie im Bunde mit der Elektrotechnik Stickstoffverbindungen herzustellen im Stande sind. In gleicher Weise wird Wasserstoff im Ozonapparat in den sogenannten aktiven Zustand versetzt. Die Möglichkeit, künftig in die Reihe der Ammoniakverbindungen gehörige Produkte auf mechanischem Wege darzustellen, ist also vollständig gegeben. Ob nun freilich die Elektrochemie dereinst die Aufgabe lösen wird, die für die Ernährung nöthigen Substanzen auch so zusammenzusetzen, dass der thierische Körper sie verträgt und als Nahrungsmittel verwerthen kann, liegt im Schoosse der Zukunft. Jedenfalls ist mein Ausspruch aber keine Phantasie, sondern eine Hypothese, die auf einer streng wissenschaftlichen Basis ruht. Das möchte ich zu meiner Rechtfertigung sagen; ich möchte doch den Vorwurf, dass es Phantasien seien, die keine Begründung haben, nicht gern auf mir sitzen lassen.

Neuerungen in Vorrichtungen zur kontinuirlichen Messung der Schiffsgeschwindigkeit.

1886.

Man hat bereits vielfach versucht, die Schiffsgeschwindigkeit durch den Druck zu messen, den ein Wasserstrom auf die ihm entgegengerichtete offene Mündung eines Rohres ausübt, indem man im Innern des Schiffes diese Druckvermehrung durch geeignete Apparate bestimmte und eine empirische Skala für die diesen Druckvermehrungen entsprechende Schiffsgeschwindigkeit aufstellte. Ebenso hat man versucht, diese Geschwindigkeit in ähnlicher Weise durch die saugende Wirkung zu messen, welche ein Wasserstrom, der an der Mündung eines offenen Rohres vorbeigeführt wird, auf die im Rohre eingeschlossene Flüssigkeitsmasse ausübt.

Diese Versuche scheiterten aber wesentlich aus zwei Ursachen, nämlich einmal daran, dass der auf die Rohrmündung wirkende hydrostatische Druck des Wassers den im Rohre herrschenden Druck in ähnlicher Weise beeinflusst, wie seine Bewegung. Da nun der hydrostatische Druck des Wassers an der Rohrmündung durch die Belastung des Schiffes, durch sein Stampfen und durch vorübergehende Wellenberge fortlaufend in hohem Grade beeinflusst wird, so erhält man auf beiden Wegen nur höchst schwankende und veränderliche Anzeigen. Ferner musste der Druckmesser im Schiffskörper immer unter der Wasserlinie angebracht werden, was der praktischen Benutzung auch dann sehr hinderlich gewesen wäre, wenn das System der steten Schwankungen des statischen Wasserdrucks wegen nicht schon unbrauchbar gewesen wäre.

Unsere Neuerungen bestehen nun darin, dass

1. der Einfluss des hydrostatischen Wasserdruckes auf die Angaben des Messers gänzlich beseitigt wird,
2. das Druck messende Instrument im Schiffe bis 10 m über dem Wasserniveau aufgestellt werden kann.

Es wird unter oder neben dem Schiffskörper ein kurzes, weites und dünnwandiges Rohr R (Fig. 190) angebracht, dessen Axe der Schiffsaxe parallel ist. Dieses dünnwandige Rohr bietet der seiner Axe parallelen Wasserbewegung beim Fortgange des Schiffes nur einen äusserst geringen Widerstand, so dass die horizontale Geschwindigkeits-Komponente des Wassers in der Mitte des Rohres und ausserhalb desselben annähernd gleich ist. Dagegen verhindern die Rohrwände die Beeinträchtigung der Messungen durch vertikale Geschwindigkeitsdifferenzen. In dieses weite Rohr werden nun zwei dünne Röhren $C\,C_1$ eingeführt, welche in den Schiffskörper eintreten und im Innern desselben bis zu dem Orte geführt werden, wo man die Geschwindigkeit beobachten will. Die unteren Enden dieser beiden Röhren $C\,C_1$ werden von entgegengesetzten Seitenflächen oder von den entgegengesetzten offenen Querschnitten des Rohres R bis zur Mitte des Rohres geführt und dort so gebogen, dass der durch das Rohr gehende Wasserstrom an dem Ende des einen Rohres parallel seiner Mündung vorbeifliesst, während die andere Rohröffnung dem Wasserstrome abgewendet ist. Die Mündungen beider Röhren werden so angebracht, dass sie in demselben Querschnitte des äusseren weiten Rohres liegen und sich in gleichem Abstande von seiner Axe befinden.

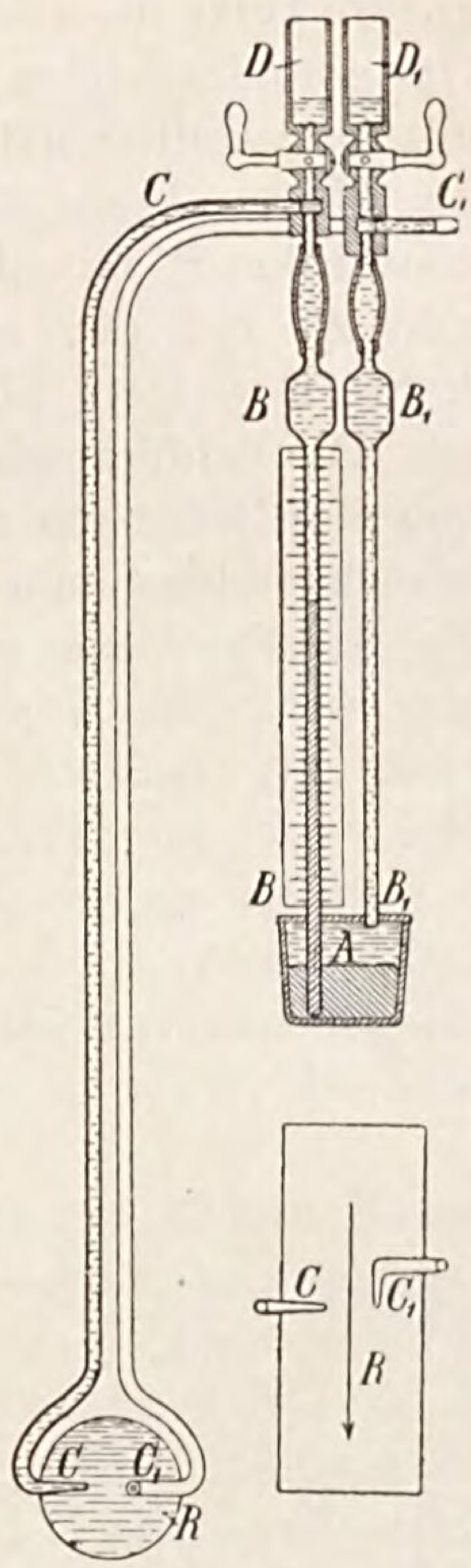


Fig. 190.

Da in dem gleichen Querschnitte des Rohres überall derselbe hydrostatische Wasserdruck herrscht, so wird dadurch der Einfluss der Aenderungen dieses Druckes auf die Angaben des Instrumentes vollkommen beseitigt. Der das weite Rohr durchlaufende Wasserstrom übt aber eine saugende Wirkung auf beide Rohrenden aus, welche nach angestellten exakten Messungen dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional ist. Diese saugende Wirkung ist in dem seitlich eingeführten Rohre, an dessen Mündung das Wasser vorbeiströmt, etwa fünfmal so gross wie in dem, dessen Mündung dem Wasserstrome abgewendet ist. Es tritt daher in einem Instrumente, welches im Innern des Schiffes die Differenz beider saugenden Wirkungen misst, eine Druckdifferenz auf, die dem Quadrate der Schiffsgeschwindigkeit sehr nahe proportional ist. Zur Messung dieser Druckdifferenz können verschiedene Einrichtungen benutzt werden; wir ziehen aber vor, ein Quecksilber-Manometer dazu zu verwenden, welches an einem Universalgelenk aufgehängt ist,

um die senkrechte Lage des Manometerrohres bei Schwankungen des Schiffes sicher zu stellen.

Die Aufhängung der nahe an einander liegenden kommunicirenden Röhren $B\,B_1$ geschieht durch Kautschukröhren, die mit den dünnen Bleiröhren $C\,C_1$, welche zu dem unterhalb des Schiffes befindlichen weiten Rohre führen, kommuniciren. Durch mit den Kautschukröhren verbundene weitere offene Röhren $D\,D_1$ mit Hahnverschluss kann man jederzeit das ganze Röhrensystem luftleer mit Wasser füllen, wenn die grösste Höhe desselben über dem Wasserspiegel nicht über 10 m beträgt. Das eine der beiden Manometerrohre geht bis zum Boden des zur Hälfte mit Quecksilber gefüllten Gefässes A, während das andere dicht unter der oberen Wand des Gefässes endet. — Kommunicirt nun das Manometerrohr B mit der stärker saugenden Mündung, das Manometerrohr B_1 mit der schwächer saugenden, so muss das Quecksilber im Rohre B steigen, bis das Druckgleichgewicht dadurch wieder hergestellt ist. Die Schiffsgeschwindigkeit ist also proportional den Quadratwurzeln aus den Hebungen des Quecksilbers und kann von einer im Voraus zu berechnenden Skala abgelesen werden. Es mag bemerk werden, dass die Anzeigen um so genauer sind, je grösser die Schiffsgeschwindigkeit ist.

Ueber ein neues Anemometer.

(Mittheilung von Hrn. Dr. Koepsel in der Zeitschrift für Instrumentenkunde Bd. 7, S. 14.)

1886.

Auf der zu Ehren der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Berlin veranstalteten Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente befand sich unter den zahlreichen Messapparaten, welche die Firma Siemens & Halske zur Ausstellung gebracht hatte, ein von W. Siemens angegebenes Anemometer, welches auf einem bis dahin noch nicht angewendeten Princip beruht. Es ist hierbei das Saugphänomen zur Messung der Windgeschwindigkeit benutzt; ja noch mehr: es kann mit diesem Apparat auch die mittlere Windgeschwindigkeit während einer bestimmten Zeit registrirt und zugleich die Windrichtung, welche in jedem Augenblicke herrscht, bestimmt werden.

Der Apparat (Fig. 191) hat folgende Einrichtung: Ein in Kubikcentimeter getheilter Messcylinder *C* ist oben durch eine Metallplatte *D* luftdicht verschlossen; letztere hat zwei Oeffnungen, in deren eine ein Messingrohr *S* mit fein auslaufender Spitze eingeschliffen ist; in die andere ist ein zweimal rechtwinkelig gebogenes Heberrohr *H* eingekittet, welches an dem in den Cylinder hineinreichenden Schenkel mit Messingfedern versehen ist, die ein kleines Becherglas *B* mit Tülle halten; der andere Schenkel taucht in ein grösseres Gefäss *G* voll Petroleum, dessen Niveau dadurch konstant gehalten wird, dass ihm aus einem darüber befindlichen Gefäss *R* mit feiner Oeffnung fortwährend Petroleum zugeführt wird, dessen Ueberschuss abtropft. Diese Vorrichtung erwies sich zweckmässiger als das Mariotte'sche Gefäss, bei dessen Anwendung es wegen der bei der Blasenbildung auftretenden Kapillarkräfte nicht möglich war, eine Konstanz des Niveaus zu erzielen.

Als Flüssigkeit wurde das Petroleum deshalb gewählt, weil es leichter abtropft als Wasser und weniger verdampft als andere, vielleicht sonst auch geeignete Flüssigkeiten.

Die feine Spitze S ist durch ein seitliches Rohr K mittelst Kautschukschlauch mit einem Manometer M verbunden, dessen Röhre r nur eine kleine Neigung gegen die Horizontale hat; unten ist an die-

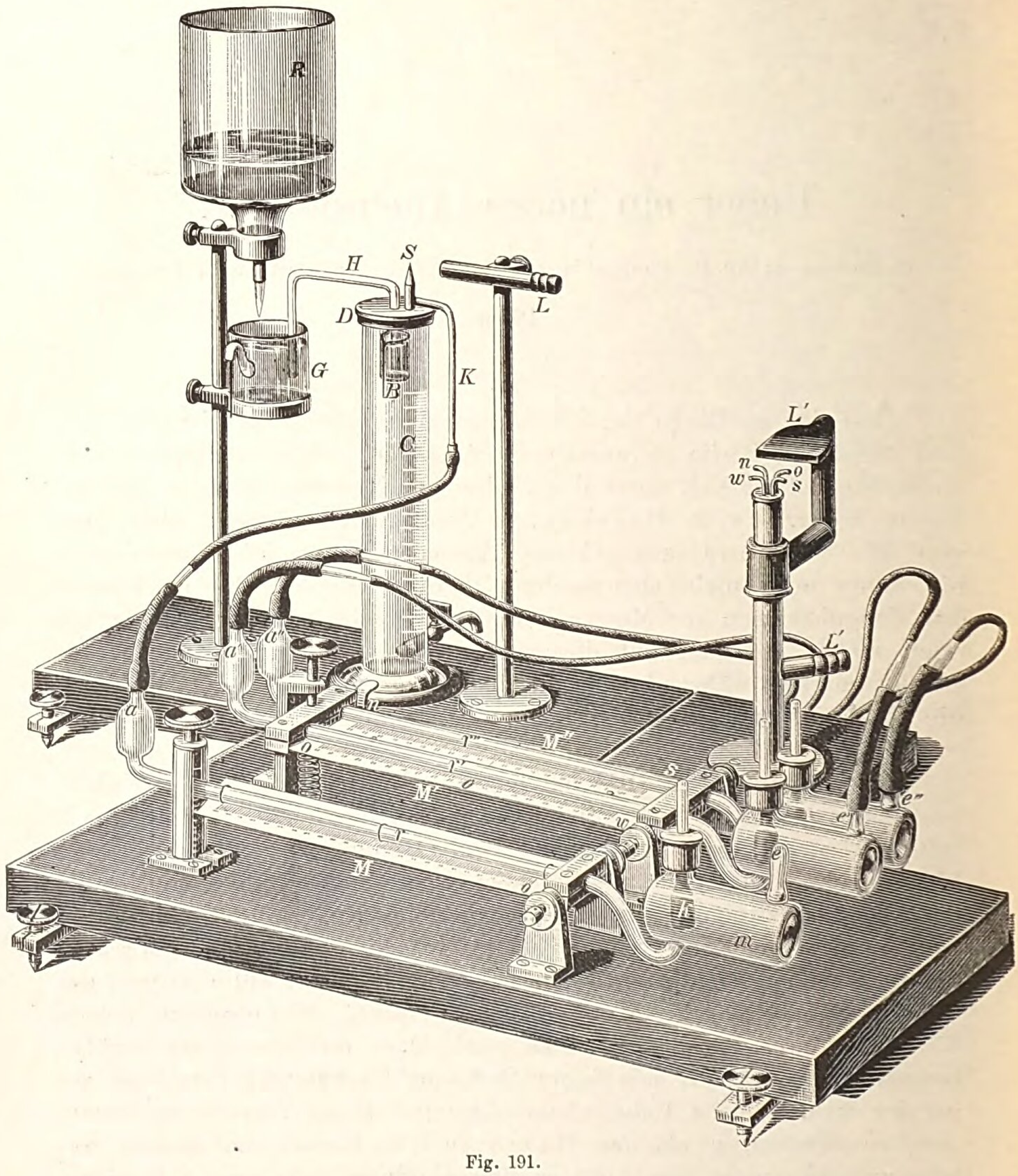


Fig. 191.

selbe ein weites Gefäss m angeschmolzen, welches mit gefärbtem Petroleum gefüllt ist; ein in dieses letztere einsenkbarer Kolben k dient zur Regulirung des Nullpunktes.

Soll der Apparat in Thätigkeit treten, so wird zunächst durch Saugen die Luft im Cylinder *C* verdünnt, infolge dessen das kleine, innen befindliche Becherglas gefüllt wird. Nun wird das Niveau des letzteren durch Verschieben des äusseren Gefässes *G* so eingestellt, dass die geringste Luftverdünnung im Cylinder ein Abtropfen der Flüssigkeit in denselben bewirkt. Wird jetzt mittelst eines seitwärts von der Spitze rechtwinkelig dazu aufgestellten Rohres *L* ein Luftstrom über dieselbe hinweggeleitet, so tropft die Flüssigkeit in Folge der hierdurch im Cylinder herbeigeführten Luftverdünnung von der Tülle des Becherglases *B* in den Cylinder, und die Menge der abgetropften Flüssigkeit ist ein Maass für die mittlere Windgeschwindigkeit. Würde anstatt eines weiteren Heberrohres ein Kapillarrohr zur Verbindung beider Bassins benutzt, so würde die Menge der abgetropften Flüssigkeit nicht der mittleren Windgeschwindigkeit, sondern der Summe der Windenergie proportional sein.

Durch die Verdünnung der Luft steigt gleichzeitig im Manometerrohre *r* die Flüssigkeit bis zu einer bestimmten Höhe, welche, wenn Gleichgewicht eingetreten ist, an einer quadratisch steigenden Skala direkt die Geschwindigkeit des Windes abzulesen gestattet.

Der Apparat zur Bestimmung der Windrichtung besteht aus vier rechtwinkelig umgebogenen Röhren *n*, *o*, *s*, *w*, deren Oeffnungen nach den vier Himmelsrichtungen zeigen; je zwei gegenüberliegende sind mit den Mündungen $a' e'$, $a'' e''$ zweier ebenso eingerichteten Manometer M', M'', wie das oben beschriebene, durch Kautschukschläuche verbunden. Der Nullpunkt dieser Manometer liegt in der Mitte der Röhren r', r'', und die vier Enden der Skalen sind mit den Anfangsbuchstaben der vier Himmelsrichtungen bezeichnet. Kommt nun der Wind aus einer Richtung, nach der eine solche Oeffnung zeigt, so wird er in dieser eine Verdichtung, in der gegenüberliegenden eine Verdünnung der Luft hervorrufen. Erstere wirkt auf der einen, letztere auf der anderen Seite eines der Manometer; die Flüssigkeitsäule wird also von der Mitte (Nullpunkt) bei passender Verbindung nach der Seite hingeschoben werden, welche mit dem Buchstaben bezeichnet ist, der die Himmelsrichtung darstellt, aus welcher der Wind kommt. An den beiden anderen Oeffnungen, welche je um 90° von dieser Richtung verschieden sind, bewirkt der Luftstrom, da er an diesen mit gleicher Geschwindigkeit vorbeistreicht, zwei gleiche Verdünnungen, welche an den beiden Enden des anderen Manometers angreifen, in Folge wovon dieses seinen Nullpunkt unverändert beibehält. Wie eine einfache Ueberlegung lehrt, giebt der Apparat auch die Zwischenrichtungen durch mehr oder minder grosse Verschiebung der Flüssigkeitssäulen in beiden Manometern an.

Zur Demonstration ist dieser Apparat mit einem drehbaren Zu-

führungsrohr L' mit breiter Oeffnung für den Wind versehen, welches ebenso wie das Zuführungsrohr L des Registrirapparates bei der Anwendung für meteorologische Zwecke fortfallen würde.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass Herr Prof. v. Bezold zuerst den Vorschlag machte, durch abtropfende Flüssigkeitsmengen die Windstärke zu registriren und dass mit diesem Apparat der erste Versuch gemacht ist, diesen Vorschlag zu verwirklichen.

Neuerungen an Elektricitätszählern.

(Deutsches Reichspatent No. 40632 vom 20. November 1886.)

1886.

Der zum Messen der durch einen Stromleiter geführten Quantität Elektricität benutzte Apparat besteht in der Hauptsache aus einer kleinen, als Motor wirkenden magnet- oder dynamo-elektrischen Maschine, einer mit dem Motor verbundenen Hemmung und einem mit der Drehungsaxe des Motors gekuppelten Zählwerk, welches die durch den Stromleiter geflossene Menge Elektricität in Ampère-Stunden oder in einem anderen Maasse angiebt.

1. Die Konstruktion des Motors ist aus Fig. 192 ersichtlich. *d* ist ein Hufeisenmagnet oder ein System von beliebig geformten polarisirten oder Elektromagneten; *a* ist ein als Anker dienender sog. Pacinotti'scher Ring, welcher sammt dem Kommutator *k* auf der in den Lagern *A A* drehbaren Welle *g* befestigt ist. An Stelle des Pacinotti'schen Ringes kann ein Anker von einer beliebigen anderen Konstruktion, z. B. eine von Hefner'sche Trommel, treten. Auf dem Kommutator *k* schleifen die Bürsten *b b*, welche in den Stromleiter mit oder ohne Nebenschluss eingeschaltet werden.

2. Die Hemmung besteht in einem auf der Welle *g* des Ankers *a* befestigten kupfernen Hohlcylinder *e e*, dessen Wirkungsweise folgende ist: Bei der Drehung des Ankers *a* werden in dem Kupfercylinder, welcher mit derselben Geschwindigkeit wie der Anker in dem magnetischen Felde des Magneten *d* rotirt, elektrische Ströme inducirt, welche den Kupfercylinder und mit ihm den auf derselben Welle befestigten Anker *a* in entgegengesetztem Sinne zu drehen streben. Diese Induktionsströme, deren Stärke der in der Zeiteinheit zurückgelegten Weglänge, mit anderen Worten, der Geschwindigkeit der Rotation proportional ist, üben also auf den Anker *a* eine der Geschwindigkeit proportionale Hemmung aus. Da ferner das dem Anker von dem zu messenden Strome ertheilte Drehungsmoment (bei konstantem Magnetismus des Magneten *d*) proportional ist der Stromstärke, so findet

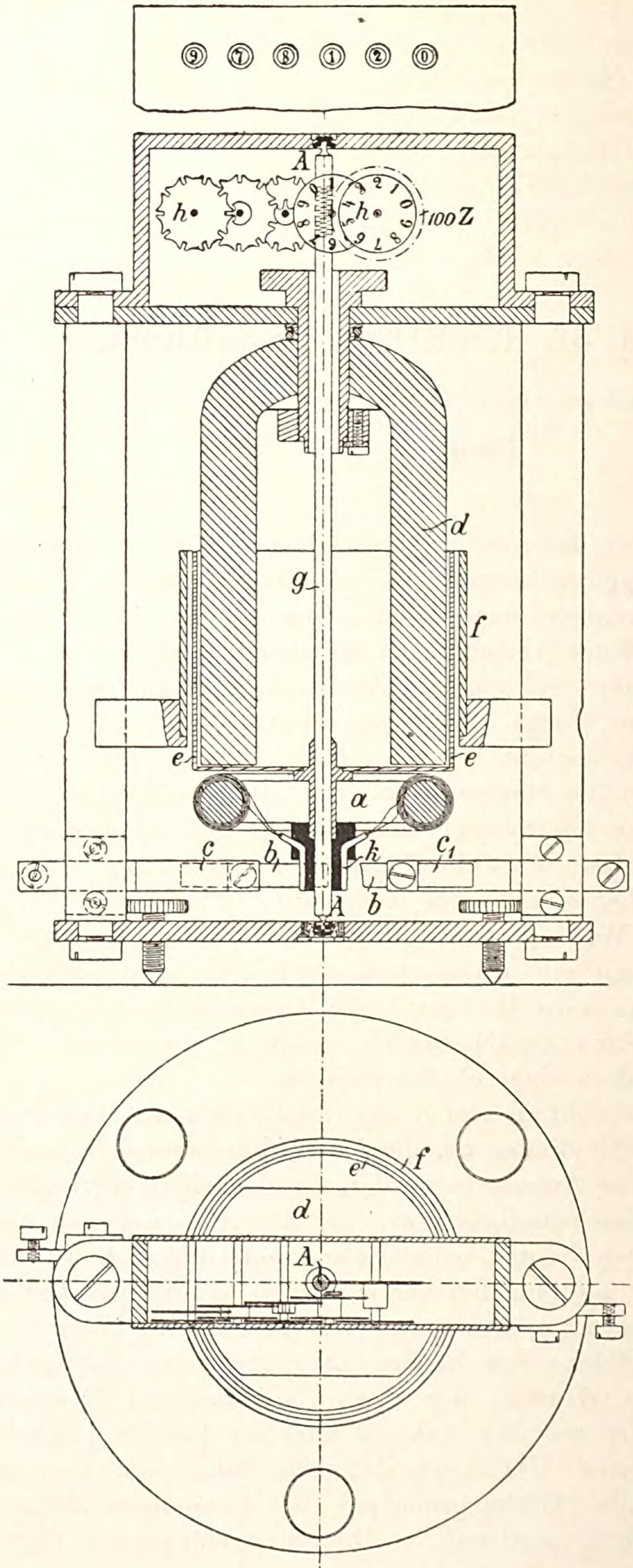


Fig. 192.

Gleichgewicht der Bewegung statt, wenn das Drehungsmoment gleich der Hemmung, d. h. wenn die Stromstärke proportional der Geschwindigkeit der Rotation ist. Die Messung der Stromstärke ist also in einfacher Weise auf eine Längenmessung zurückgeführt. Dieses Resultat erleidet in der Praxis allerdings eine Einschränkung infolge der Reibung in den Axenlagern.

Der Einfluss dieser mechanischen und daher unkonstanten Reibung, die sich durch zweckmässige Konstruktion schon klein machen lässt, lässt sich dadurch verschwindend klein machen, dass man die Hemmung durch elektrische Dämpfung sehr gross macht, so dass die Rotationsgeschwindigkeit des P a c i n o t t i'schen Ringes sehr klein wird. Es geschieht dies durch den koncentrischen Eisenring f, durch welchen das magnetische Feld, in welchem sich der Kupferring dreht, ausserordentlich verstärkt wird.

Das Zählwerk, welches die vom P a c i -

notti'schen Ring *a* in einem gewissen Zeitraum zurückgelegte Weglänge durch die Anzahl der gemachten Umdrehungen anzeigt, ist von gewöhnlicher Konstruktion und wird in bekannter Weise mit der Drehungsaxe des Ankers gekuppelt.

Auf die Konstruktion dieses Theiles des Strommessapparates wie auch des Motors legen die Erfinder weniger Gewicht als auf die beschriebene elektrische Hemmung. Gegenüber den mechanischen Hemmungen, welche bei den bisher in Strommessapparaten verwendeten elektrischen Motoren in Anwendung gebracht wurden und eines besonderen Mechanismus zur Regulirung der Hemmung entsprechend der Geschwindigkeit bedürfen (s. D. R. P. No. 20828, sowie die englische Patentschrift A. D. 1883, No. 2675), hat die elektrische Hemmung den Vorzug der weitaus grösseren Einfachheit. Weil ferner die elektrische Hemmung einem möglichst einfachen Gesetz folgt und unabhängig ist von dem Funktioniren irgend welcher Mechanismen, so lässt sich mit derselben eine Genauigkeit und Sicherheit in den Angaben des Apparates erzielen, wie solche mit Hülfe mechanischer Hemmungen nicht möglich sind. Ferner verdient noch hervorgehoben zu werden, dass bei konstanter Stromstärke des zu messenden Stromes sowohl die elektrische Hemmung als auch das Drehungsmoment des Ankers proportional ist der Stärke des magnetischen Feldes, dass also die Geschwindigkeit des Ankers und folglich auch die Angaben des Apparates in gewissen Grenzen von der Stärke des Magneten *d* unabhängig sind. Indem man endlich die Kommutatorbürsten der neutralen Linie des Ankers *a* nähert oder bei fester Bürstenstellung den Magneten in entgegengesetztem Sinne dreht, wird das Drehungsmoment des Ankers für eine und dieselbe Stromstärke des zu messenden Stromes mehr und mehr verringert, während die elektrische Hemmung dieselbe bleibt. Dadurch ist ein höchst einfaches Mittel an die Hand gegeben, die Angaben des Zählwerkes für das elektrische Maass der zu messenden Ströme richtig einzustellen, den Apparat also verschieden starken Strömen anzupassen.

Wird der polarisirte Magnet durch einen Elektromagneten oder ein System von Elektromagneten ersetzt, so sind die Windungen der letzteren parallel von den beiden Zuleitungen der Stromkonsumstelle abzuzweigen, so dass die Elektromagnete vom Spannungsstrom umkreist werden, während die Windungen des Ankers von einem dem Hauptstrom proportionalen Theile durchflossen werden.

Statt des Ankers kann man auch die Magnete oder Elektromagnete rotiren lassen und den Anker sowohl wie die elektrische Hemmung fest anbringen. Endlich können auch zwei Systeme von Magneten oder Elektromagneten (ein System als magnetisches Feld für den Anker *a*, das andere als magnetisches Feld für die elektrische Hemmung) angewendet werden.

Patent-Anspruch:

Bei Elektricitätszählern, welche als bewegende Kraft das von einem magnetischen Felde auf einen beweglichen Stromleiter ausgeübte Drehungsmoment benutzen, die Anwendung einer mit dem beweglichen Stromleiter verbundenen, durch Umgebung des magnetischen Feldes mit einem geschlossenen Eisenmantel zu verstärkenden elektrischen Dämpfung, welche eine der Rotationsgeschwindigkeit proportionale Hemmung hervorbringt, so dass der von dem beweglichen Stromleiter in der Zeiteinheit zurückgelegte, auf das Zählwerk übertragene Weg proportional ist der durch den beweglichen Leiter hindurchgegangenen zu messenden Strommenge.

Ueber Elektricitätsmesser für Stromlieferungs-Anlagen.

(Vortrag im elektrotechnischen Verein am 24. Mai 1887.)

1887.

Die Schwierigkeiten aller Art, welche der Einrichtung und dem Betriebe von kleineren elektrischen Beleuchtungsanlagen in grösseren Städten entgegenstehen, machen die Anlage grosser Centralstationen zur Erzeugung des elektrischen Stromes und von Stromleitungsnetzen zur Vertheilung desselben in ähnlicher Weise, wie man Gas und Wasser durch Röhrennetze den Häusern zuführt, zur Nothwendigkeit. Erst durch solche Centralanlagen, aus denen Jedermann den gewünschten elektrischen Strom zur Beleuchtung, zur Krafterzeugung und zu anderen Zwecken ohne weitere Schwierigkeiten gegen Zahlung des Stromverbrauches beziehen kann, wird die Elektricität befähigt, dem Leben die grossen Dienste zu leisten, zu denen sie berufen ist. Solche Centralanlagen, welche mit den nöthigen Reserven und technischen Sicherheitsvorkehrungen aller Art eingerichtet sind, geben auch der elektrischen Beleuchtung und Kraftübertragung erst diejenige Sicherheit und Zuverlässigkeit, welche erforderlich ist, um das volle Vertrauen des konsumirenden Publikums zu gewinnen. Ausserdem arbeiten grosse Motoren und elektrische Apparate weit ökonomischer wie kleine, und die Erzeugungskosten der den Konsumenten zugeführten Elektricität werden daher bei gut angelegten Centralstationen wesentlich kleiner wie bei Einzelanlagen, trotz des Kraftverlustes durch den Leitungswiderstand des Stromvertheilungsnetzes. Es ist eines der grossen Verdienste, die sich Edison um die Entwickelung des elektrischen Beleuchtungswesens erworben hat, dass er nicht nur unzweifelhaft die Glühlampe zuerst in brauchbare Form gebracht, sondern auch zuerst elektrische Centralstationen geplant und praktisch durchgeführt hat. Zur Durchführung dieser Centralanlagen gehörte namentlich die Konstruktion eines Messinstrumentes, welches dauernd den Verbrauch

elektrischer Energie durch jeden Konsumenten registrirte. Edison hat mehrere solcher Messinstrumente konstruirt, von denen einige auch ihren Zweck in ziemlich befriedigender Weise erfüllen. Nach ihm haben sich eine Menge Erfinder mit der Aufgabe beschäftigt, und es giebt schon eine ganze Reihe von mehr oder weniger brauchbaren elektrischen Registrirapparaten für Centralanlagen. Dieselben lassen sich in zwei Gruppen theilen, nämlich in Energiemesser und Strommesser. Die theoretische Aufgabe wird eigentlich nur durch die erste Gruppe gelöst, da nur die Summe der vom Konsumenten verbrauchten elektrischen Energie, also der Produkte aus elektrischer Spannung (e), Stromstärke (i) und der Zeit, in welcher der Verbrauch stattfand (t), dem wirklichen Werthe der Elektricitätslieferung entspricht. Bei Centralanlagen ist es aber eine nothwendige Bedingung, dass die elektrische Spannung des erzeugten Stromes stets konstant bleibt, und es ist die Aufgabe des Elektrotechnikers, das Leitungsnetz möglichst derartig zu kombiniren, dass auch der den Konsumenten zugeführte Strom stets überall nahe dieselbe elektrische Spannung hat. Die Spannung (e) ist daher als ein konstanter Faktor für die betreffende Anlage anzunehmen, und es genügt, die Instrumente so einzurichten, dass sie nur die Produkte $i \cdot t$ fortlaufend messen und addiren.

Die einfachste Methode der Messung und Summirung der Produkte $i \cdot t$ ist jedenfalls die bereits von Edison vorgeschlagene und praktisch mit gutem Erfolge durchgeführte elektrolytische. Da sowohl die elektrolytische Lösung, wie die Ausfällung eines Metalles der zwischen den Elektroden übergegangenen Elektricitätsmenge, also auch der Summe der Produkte $i \cdot t$ proportional ist, so genügt die Wägung der Anode oder Kathode einer elektrolytischen Zelle, um durch die gefundene Gewichtsdifferenz die zwischen zwei Wägungen verbrauchte Elektricitätsmenge festzustellen.

Dieser denkbar einfachste Elektricitätsmesser funktionirt mit voller Sicherheit und ausreichender Genauigkeit, wenn man ihm so grosse Dimensionen giebt, dass der ganze zu messende Maximalstrom ihn durchlaufen kann. Da dies aber zu unbequem grossen Abmessungen der Zelle führt, so begnügt man sich damit, einen Theilstrom durch den Apparat zu führen. Hierdurch verliert die Messung aber ihre Genauigkeit, da der eine Zweig der Stromverzweigung durch einen metallischen, der andere aus einem flüssigen elektrolytischen Widerstande gebildet ist, und da der Leitungswiderstand der Elektrolyte sich bei Temperaturänderungen in umgekehrtem Sinne ändert, wie der der Metalle. Dazu kommt noch, dass die Verminderung des specifischen Leitungswiderstandes der Elektrolyte in sehr schneller Progression mit wachsender Temperatur stattfindet. Die hierdurch bedingte Abhängigkeit der Angaben der elektrolytischen Elektricitätsmesser von der Temperatur der Zelle lässt ihre Verwendung kaum zulässig erscheinen,

wenn man nicht den ganzen zu kontrolirenden Strom durch den Messer leiten will.

Eine andere, ebenfalls von Edison schon vorgeschlagene Methode der Elektricitätsmessung besteht darin, den der Kontrolmessung zu unterwerfenden Strom oder einen Zweig desselben durch die Windungen einer kleinen elektromagnetischen Maschine gehen zu lassen, die eine ihrer Drehungsgeschwindigkeit proportionale Arbeit zu leisten hat. Ist diese Arbeitsleistung so gross, dass die Rotationsgeschwindigkeit der Maschine durch sie sehr bedeutend vermindert wird, derart, dass die innere Reibung der Maschine gegenüber ihrer äusseren Arbeitsleistung als verschwindend klein betrachtet werden kann, so ist die Rotationsgeschwindigkeit zwischen gewissen Grenzen ein Maass der Stromstärke und die durch ein Zählwerk angezeigte Zahl der Umdrehungen ein Maass der Elektricitätsmenge, welche die Leitung durchlief. Es haben ausser Edison mehrere Konstrukteure Elektricitätsmesser dieses Systems für Stromlieferungsanlagen in Vorschlag gebracht, von denen aber bisher keiner ganz befriedigende Resultate ergeben hat. Es hat dies wesentlich darin seinen Grund, dass der Widerstand, welchen Flüssigkeiten der Bewegung fester Körper entgegensetzen, nicht direkt mit der Geschwindigkeit, sondern in einem höheren Verhältnisse wächst.

Ich übergehe viele Konstruktionen von Elektricitäts- und Energiemessern, welche zwar theoretisch richtig, aber zu komplicirt oder delikat sind, um als praktisch brauchbare Messinstrumente benutzt werden zu können, und will hier nur noch zwei Apparate in Betracht ziehen, welche sich innerhalb gewisser Grenzen als brauchbar erwiesen haben. Es sind dies die Elektricitätsmesser von Ferranti und von Dr. Aron.

Der Messer von Ferranti[1]) beruht auf der Thatsache, dass Quecksilber, welches einen Magnetpol umgiebt, in Rotation um denselben versetzt wird, wenn es von radialen Strömen durchlaufen wird. Ferranti misst diese Rotationsgeschwindigkeit des Quecksilbers durch einen in das Quecksilber tauchenden, koncentrisch mit der Rotation desselben gelagerten leichten Hebel, dessen Umdrehungen durch ein Laufwerk registrirt werden. Dieser Apparat giebt befriedigende Resultate, wenn er gut regulirt ist und wenn der Widerstand des rotirenden Hebels und des Zählerwerkes ein verschwindend kleiner ist. Es ist aber zu befürchten, dass bei der ausserordentlich schwachen unipolaren Rotationskraft und der dadurch gebotenen ausserordentlichen Feinheit aller bewegten Theile, sowie durch die Veränderungen, welchen die Beweglichkeit des Quecksilbers bei andauerndem Kontakte

[1]) Elektrotechn. Zeitschrift Bd. VII, S. 65 ff.

mit festen Metallen und mit der Luft unterliegt, dies System sich im dauernden praktischen Gebrauche nicht bewähren wird.

Durchaus befriedigende Resultate scheint der von unserem Mitgliede Dr. Aron konstruirte Elektricitätszähler zu geben. Wie Ihnen aus seinem Vortrage[1]) erinnerlich sein wird, beruht derselbe auf der Thatsache, dass die Schwingungsdauer des Pendels mit den Quadratwurzeln aus den auf dasselbe wirkenden Anziehungskräften abnimmt. Bei geringer Verstärkung der Anziehungskraft kann man ohne merklichen Fehler die Abnahme der Schwingungsdauer als proportional der Verstärkung annehmen. Dr. Aron verwendet nun als Pendelgewicht einen Stahlmagnet und lässt den ganzen zu messenden Strom durch eine Drahtrolle gehen, welche vertikal in der Lothlinie des Pendels unter demselben aufgestellt wird. Ist nun das Pendel mit einem gut gehenden Uhrwerke verbunden, so bildet die Zeitdifferenz dieser Uhr mit einer Normaluhr ein Maass der Elektricitätsmenge, welche die Drahtrolle durchlaufen hat. Den Uebelstand, dass der Konsument hierbei nicht jederzeit selbst seinen Stromverbrauch beobachten und kontroliren kann, hat Dr. Aron neuerdings dadurch zu beseitigen gesucht, dass er zu jedem Elektricitätsmesser zwei Uhren verwendet, die durch einen Differentialmechanismus mit einander verbunden sind, derart, dass ein Zählwerk die Differenz des Ganges der beschleunigten Uhr und der Normaluhr fortlaufend anzeigt.

Als eine Schwäche dieses gut durchgearbeiteten Systems der fortlaufenden Strommessung lässt sich anführen, dass die Grenzen der Stromstärken, welche von einem Apparat ohne Fehler registrirt werden können, ziemlich nahe bei einander liegen. Es ist dies namentlich dann sehr störend, wenn der Elektricitätsverbrauch binnen weiter Grenzen schwankt, wie häufig der Fall ist.

Der Ihnen hier vorliegende Elektricitätsmesser ist eine weitere Entwickelung des Systems einer elektromagnetischen Maschine mit der Rotationsgeschwindigkeit proportionaler Arbeitsleistung. Diese Arbeitsleistung ist hier eine elektrodynamische, welche binnen weiter Grenzen genau proportional der Rotationsgeschwindigkeit der Maschine ist.

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem kleinen Pacinottischen Ringe mit vertikaler Axe, auf der der aus Platinadrähten gebildete Kommutator von sehr geringem Durchmesser befestigt ist. Der Ring ist von einem Kupfercylinder umgeben und koncentrisch mit demselben fest verbunden. Ein Hufeisenmagnet aus glashartem Wolframstahl ragt mit seinen Polenden in den Kupfercylinder hinein, so dass dieselben dem Ringe nahe gegenüberstehen, ohne jedoch Ring

[1]) Elektrotechn. Zeitschrift Bd. V, S. 480 ff.

und Kupfermantel zu berühren. Der mit dem Ringe rotirende Kupfercylinder ist seinerseits von einem feststehenden Eisenringe umgeben. Durchläuft ein Strom die Windungen des Ringes, so rotirt mit ihm der Kupfercylinder zwischen den Polenden des Stahlmagnetes und dem ihn umgebenden Eisencylinder, wodurch in ihm Ströme von grosser, der Rotationsgeschwindigkeit durchaus proportionaler Stärke inducirt werden, welche die Rotationsgeschwindigkeit auf etwa $^1/_{20}$ des Betrages reduciren, den sie ohne die elektrodynamische Dämpfung annehmen würde. Da das Gewicht des rotirenden Theiles des Apparates auf einer Spitze ruht und durch die Anziehung zwischen den Magnetpolen und dem Eisenringe wesentlich vermindert ist, und da ferner der Kommutator sehr geringen Durchmesser hat und nur leicht von den feststehenden Zuleitungsdrähten berührt wird, so setzt sich der Ring schon bei sehr schwachen Strömen in regelmässige langsame Drehung, die der Stromstärke binnen weiter Grenzen vollständig proportional ist. Ein einfaches Zählwerk der Umdrehungen, dessen Zifferblatt durch die Glasdecke der cylindrischen Schutzhülle des Apparates stets sichtbar ist, giebt daher jederzeit mit Genauigkeit die verbrauchte Elektricitätsmenge an. Die Einstellung der richtigen Rotationsgeschwindigkeit für die Stromregistrirung kann mit Leichtigkeit durch einen im Innern des verschlossenen Apparates befindlichen kleinen Nebenschluss oder durch Drehung des Stahlmagnetes geschehen, wodurch keine sichtbare Funkenbildung am Kommutator herbeigeführt wird. Der Umstand, dass derselbe Stahlmagnet, welcher die der Stromstärke genau proportionale Rotation des Ringes veranlasst, auch die elektrodynamische Hemmung bewirkt, macht die Rotation ziemlich unabhängig von Veränderungen der Stärke des permanenten Magnetismus. Sollte daher bei längerem Gebrauche des Apparates wirklich eine Schwächung des Stahlmagnetes eintreten, so würde dies ohne wesentlichen Einfluss auf die Strommessung bleiben. Die Rotationsgeschwindigkeit des Apparates lässt sich ohne schädliche Erhitzung der Windungen und des Kupfercylinders und ohne Funkenbildung am Kommutator von etwa 7 auf 250 Umdrehungen in der Minute steigern, ohne dass die Proportionalität mit der Stromstärke sich ändert. Der Apparat ist also bei passender Stromverzweigung für eine Installation von 30 bis 40 Glühlampen anwendbar, wenn noch der Stromverbrauch einer einzelnen Lampe registrirt werden soll. Ist ein grösserer Umfang des Messungsbereiches geboten, so kann dies durch eine Kombination zweier gleicher Messer erzielt werden. Wird die Stromverzweigung so eingerichtet, dass der Zweigwiderstand des Hauptstromes bei dem zweiten Apparate nur $^1/_{10}$ so gross ist, wie der des ersten Apparates, so durchläuft den zweiten nur $^1/_{10}$ des Stromes, welcher den ersten durchläuft, die Angaben seines Zählwerkes haben

daher den 10fachen Werth. Durch einen einfachen selbstthätigen Umschalter kann man nun anstatt des ganzen Zweigwiderstandes des Hauptstromes mit dem zweiten Apparat $^1/_{10}$ desselben einschalten, wenn die Stromstärke eine gewisse Grenze überschreitet. Es wird hierdurch der Umfang des Messungsbereiches verzehnfacht, ohne die untere Grenze zu verschieben. Selbstverständlich müssen die Ablesungen beider Messer addirt werden, um den Elektricitätsverbrauch festzustellen.

Apparat zum Messen und Summiren der in Gleich- oder Wechselströmen einen Leiter durchströmenden Energie.

(Deutsches Reichspatent No. 50 623 vom 8. Februar 1889.)

1889.

Die den Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildenden Energiemesser haben zur Grundlage die bereits in dem Patent No. 25 919 benutzte Methode, das Produkt von Stärke und Spannung des die Leitung durchlaufenden Stromes fortlaufend in bestimmten regelmässigen Zeitabschnitten zu messen und durch ein Zählwerk zu summiren, unter der Voraussetzung, dass die von dem Zähler erhaltene Angabe dann ohne wesentliche Fehler dem wirklichen Verbrauch elektrischer Energie entspricht. Von dem erwähnten, auf derselben Grundlage beruhenden Messapparat unterscheidet sich die hier vorliegende Anordnung wesentlich dadurch, dass der zu registrirende Strom keine weitere Arbeit als die Einstellung eines Zeigers auszuführen hat, dass der Energieverbrauch des Messers selbst daher verschwindend klein ist und die Verschiedenheit der durch denselben Apparat zu kontrolirenden Ströme daher sehr gross sein kann. Ob der Apparat die verbrauchte Energie oder die Summe der verbrauchten Stromstärken, also die verbrauchte Elektricitätsmenge misst, hängt nur davon ab, ob die Stellung des Zeigers von der Grösse des Produktes von Spannung und Stromstärke ($S \times J$) oder allein von der Stromstärke J abhängig gemacht wird. Da bei Centralanlagen die Spannung stets konstant erhalten wird und für diese Anlagen allein derartige Registrirapparate benöthigt werden, so ist in der folgenden Beschreibung nur die Messung der Elektricitätsmenge in's Auge gefasst.

Der in zwei Formen, die in den Fig. 193 und 194 dargestellt sind, ausgeführte Apparat beruht im Wesentlichen darauf, dass ein leichter, passend gekrümmter Hebel g aus seiner Ruhelage in bestimmten Zeitabschnitten, beispielsweise alle 5 Minuten, durch ein Uhrwerk gegen

die Spitze oder Schneide eines Zeigers *d* bewegt wird, bis der Hebel die letztere trifft, und dass der — von dem Hebel bei dieser Bewegung jedesmal beschriebene — Drehungswinkel auf ein auf der Axe des Hebels sitzendes Zahnrad und durch dieses auf das Zählwerk übertragen wird. Ist nun die Stellung des Zeigers *d* in bestimmte Abhängigkeit von der zu registrirenden Stromstärke gebracht, und ist die Kurve, welche den Hebel *g* an der Seite, welche der Zeigerspitze gegenübersteht, begrenzt, derart gestaltet, dass die Bogenwinkel, welche der Hebel durchlaufen muss, bis derselbe die Zeigerspitze trifft, proportional den Stromstärken sind, die diesen Stellungen des Zeigers entsprechen, so addirt das Zählwerk alle Stromstärken, welche zu den Zeiten der Messungen vorhanden waren, und misst mithin die Quantität der durch die Leitung geströmten Elektricität unter der Voraussetzung, dass die jedesmaligen Messungen als die mittleren Stromstärken zu betrachten sind, was bei kontinuirlichem Betrieb hinreichend genau der Fall sein wird, wenn die Messungsintervalle nicht zu gross gewählt werden.

Die beiden verschiedenen Ausführungsformen des Apparates, wie dieselben in den Zeichnungen dargestellt sind, unterscheiden sich im Wesentlichen nur darin, dass bei dem in Fig. 193 dargestellten Apparat die die Messung ausführende Bewegung des Hebels *g* durch eine excentrische Scheibe bewirkt wird, die durch ein mit der Hand aufzuziehendes Uhrwerk regelmässig gedreht wird, während bei dem in Fig. 194 dargestellten Apparat die Bewegung des Hebels durch einen Elektromagneten geschieht, dessen Windungen vermittelst einer selbstthätigen Kontaktvorrichtung in bestimmten Zeitabschnitten von einem kurzen Strom durchlaufen werden.

Bei dem in Fig. 193 dargestellten Apparat bezeichnet *d* den in *f* gelagerten Zeiger, an dessen kurzem Ende ein Magnet *a*, welcher durch die verstellbare Spiralfeder *R* getragen wird, in einem Solenoid hängt. Diese Feder wird so eingestellt, dass die Schneide des langen Endes des Zeigers auf den tiefsten Punkt der Theilung des Hebels *g* einspielt, ohne den letzteren vollständig zu berühren, während diese Schneide bei dem stärksten Strom, den der Apparat zu registriren bestimmt ist, dem höchsten Punkt der Theilung gegenübersteht, so dass dieser Theilstrich die Schneide berührt, wenn der Hebel so weit gedreht wird, dass derselbe durch die Berührung mit der Schneide an weiterer Drehung verhindert wird. Dieser Drehungswinkel bildet nun das Maass der höchsten zulässigen Stromstärke, nach welchem das Zählwerk eingerichtet wird. Die Krümmung der der Schneide des Zeigers *d* zugewendeten schmalen Fläche des Hebels *g* wird derart gewählt, dass auch bei allen Zwischenstufen der Stromstärken und der von der letzteren abhängigen Stellung der Schneide des Zeigers der Drehungswinkel des Hebels *g* der Stromstärke proportional ist. Es gewährt

dies den grossen Vortheil, dass es unnöthig wird, das Magnetsystem so einzurichten, dass die Drehung des Zeigers proportional der Stromstärke ist oder überhaupt in einem bestimmten Verhältniss zu ihr steht. Es

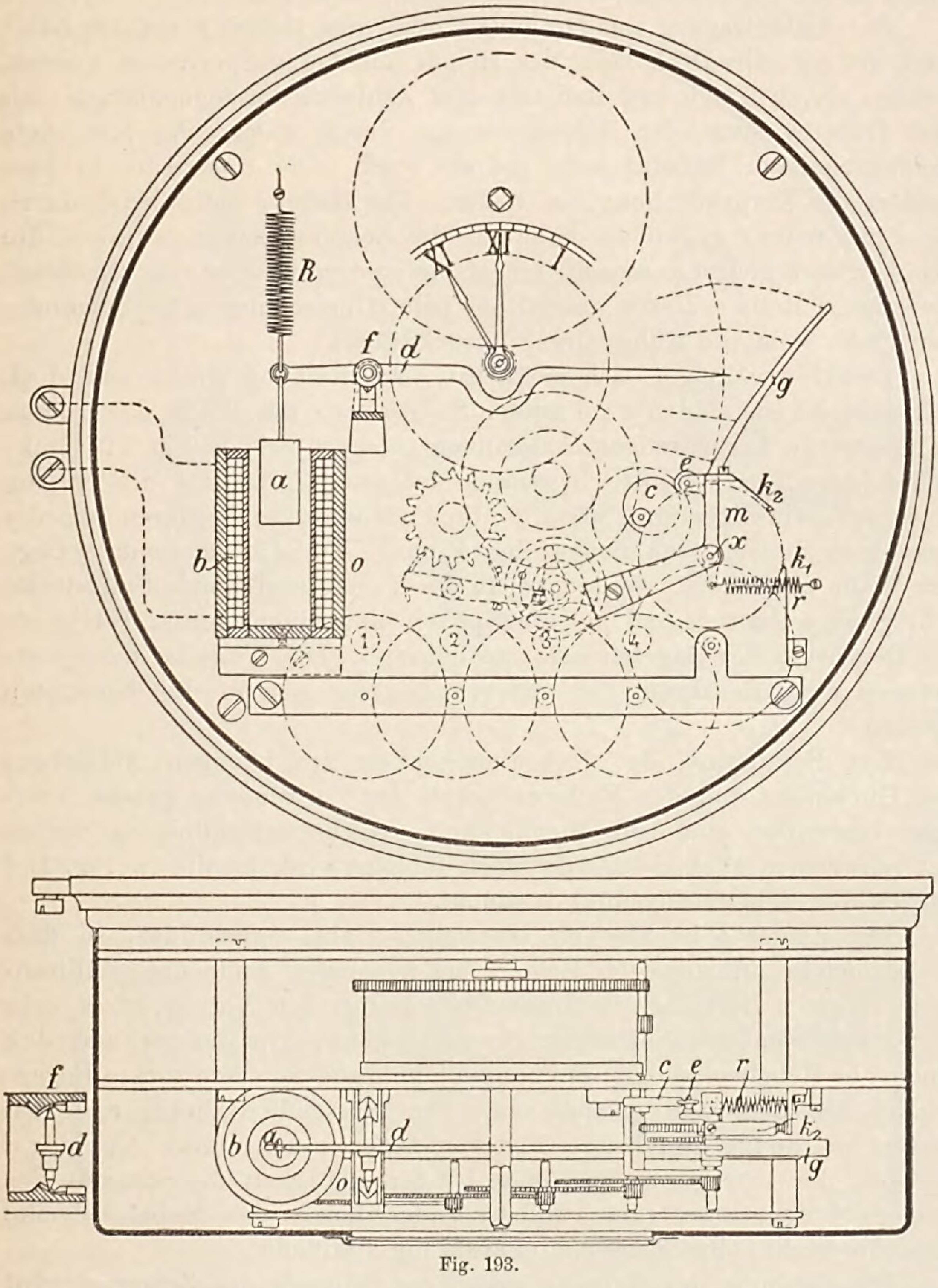


Fig. 193.

genügt, die Kurve des Hebels g empirisch so einzurichten, dass die Proportionalität der Drehungswinkel dieses Hebels mit der jederzeitigen Stromstärke vorhanden ist. Sollte durch Aenderung des Magnetismus

oder aus anderen Gründen eine Aenderung in den Stellungen des Zeigers veranlasst werden, so genügt es, mittelst der Feder *R* den Zeiger für eine einzige Stromstärke richtig einzustellen, um die Angaben für alle Stromstärken wieder richtig zu machen.

Zur Uebertragung der Drehungswinkel des Hebels *g* auf das Zählwerk ist auf die Drehaxe *x* des Hebels ein loses Sperrad *m* gesetzt, welches durch Trieb und Rad mit dem Zählwerk zusammenhängt. An dem Hebel *g* sitzt eine Hakenfeder k_2, durch welche das Rad stets proportional der Hebeldrehung gedreht wird. Die Sperrfeder k_1 verhindert die Zurückdrehung des Rades. Der Hebel *g* selbst wird durch die Spiralfeder *r* gegen die Schneide des Zeigers bewegt, während die vom Uhrwerk gedrehte excentrische Scheibe *c* vermittelst der am Hebel befestigten Rolle *e* diesen einmal bei jeder Umdrehung unter Spannung der Feder *r* in die Ruhestellung zurückdrückt.

Damit der Zeiger sich möglichst ohne Reibung dreht und doch fest gelagert ist, sind die gehärteten Stahlspitzen der Welle des Zeigers in glasharten kreisförmigen Stahlrinnen gelagert, wie in Fig. 193 links neben dem Durchschnitte besonders dargestellt ist. Da die Spitzen etwas spitzwinkliger sind wie die Rinnenöffnung, so berühren nur die äussersten Spitzen den Boden der Rinne. Um die horizontale Lage der Welle zu sichern, werden genau die Rinnen ausfüllende Stahlstücke schräg abgeschnitten und an die Spitzen der eingelagerten Welle bis zur Berührung hineingeschoben und befestigt. Die Welle ist dann festgelagert ohne Berührung an anderen Punkten als an den äussersten Spitzen.

Zur Beseitigung der Unbequemlichkeit des häufigen Aufziehens des Uhrwerkes und der Nothwendigkeit der Verwendung grosser kräftiger Uhrwerke, eine Unbequemlichkeit, welche namentlich an Stellen mit schwachem Elektricitätsverbrauch fühlbar wird, ist die in Fig. 194 dargestellte Ausführungsform bestimmt.

Der Zeiger *d* ist hier als einarmiger Hebel angeordnet, so dass die stromlose Ruhelage des Zeigers am äussersten Ende des oscillirenden Hebels *g* liegt. Es hat diese Anordnung den Vorzug, dass sehr schwache Ströme genauer registrirt werden können, da den am äussersten Ende des Hebels *g* kleinen Drehungswinkeln des letzteren grosse Bogenwinkel des Zeigers *d* entsprechen. Der messende Hebel *g* wird bei dieser Anordnung durch die Feder *r* gegen einen festen Anschlag *i* gezogen, der so regulirt wird, dass bei Stromlosigkeit die Schneide des Zeigers *d* dem äussersten Theilstrich der Kurve des Hebels *g* nahe gegenübersteht, ohne dass eine Berührung stattfindet.

Die Drehung des Hebels *g* gegen die Schneide des Zeigers *d* wird hier durch einen kleinen Bandmagneten b_1 mit feinen Drahtwindungen vermittelst der Ankerplatte a_2 bewirkt. Diese Eisenplatte sitzt lose auf der Axe des Hebels *g*, mit welchem sie jedoch durch die Feder r_2

verbunden ist. Der Hebel g wird durch die Feder r_2 beim Anzug des Ankers sanft gegen die Schneide des Zeigers d gedrückt und an derselben so lange festgehalten, bis die Magnetisirung aufgehört hat, wo-

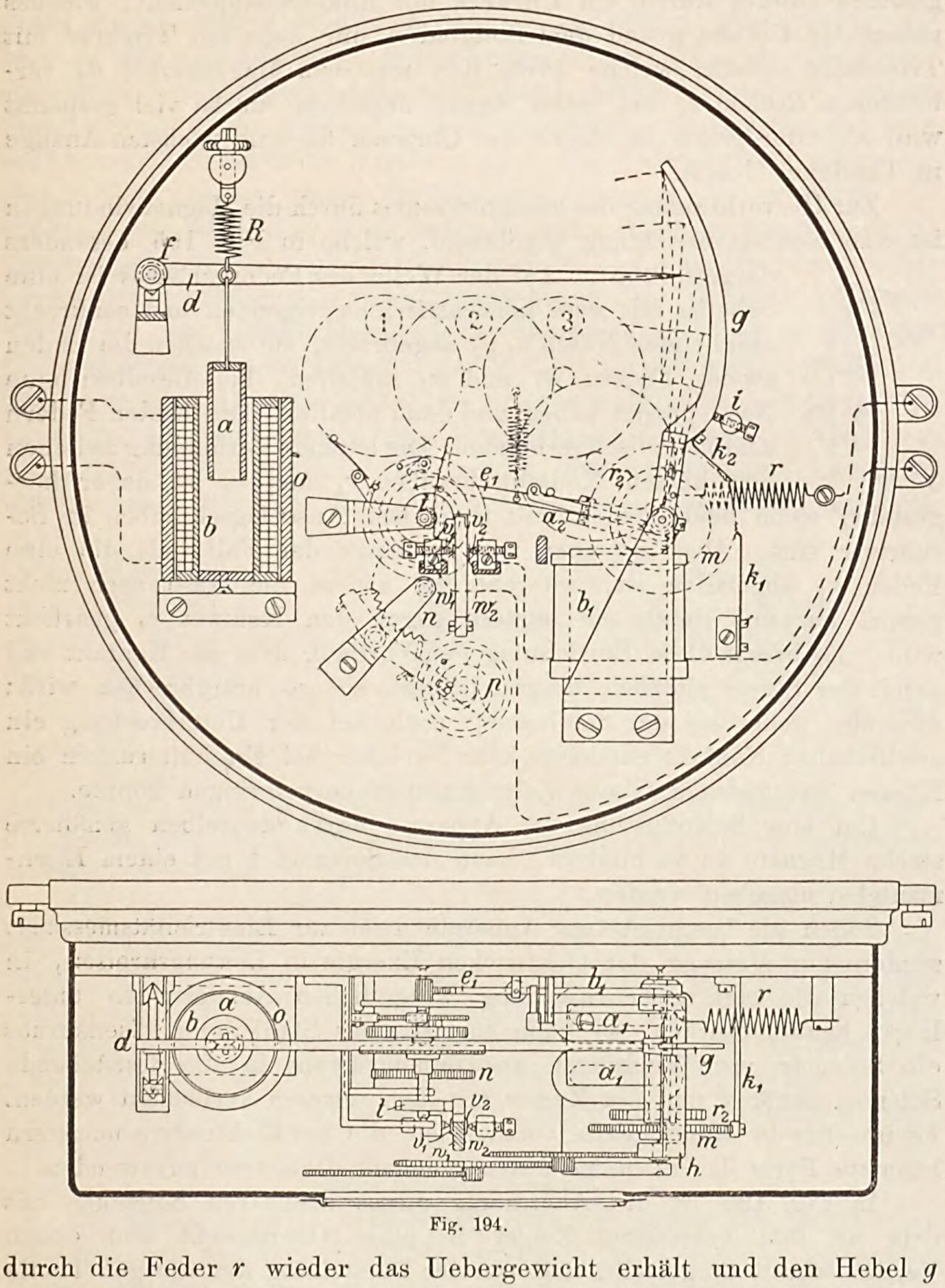


Fig. 194.

durch die Feder r wieder das Uebergewicht erhält und den Hebel g an den Anschlag i zurückführt. Die Windungen des Elektromagneten b_1 sind in einen Nebenschlusskreis von sehr hohem Widerstand eingeschaltet; der Magnet wird also stets gleichmässig erregt, wenn der

Kreislauf hergestellt ist. Dies kann auf irgend einem Wege geschehen, auf welchem ein kurzer Strom in regelmässig wiederkehrenden Zeitintervallen erzeugt wird. Bei dem in Fig. 194 dargestellten Apparat geschieht dieses durch ein Uhrwerk mit Ankerechappement, welches ausser der Unruhe p und dem Steigrad n nur noch ein Triebrad mit Triebfeder enthält, welche durch den mit dem Magnetanker a_2 verbundenen Rechen e_1 bei jedem Anzug desselben um so viel gespannt wird als erforderlich ist, damit das Uhrwerk bis zum nächsten Anzuge in Thätigkeit bleibt.

Zur Hervorbringung des kurzen Stromes durch die Magnetwindungen ist eine Kontaktvorrichtung angebracht, welche in Fig. 195 besonders dargestellt ist. Auf der Welle des Federgehäuses ist eine Scheibe mit zwei koncentrisch ansteigenden und senkrecht abfallenden Nasen n_1 n_2 angebracht, auf welchen die Enden zweier Federn w_1 und w_2 schleifen, bis dieselben eine Nase passirt haben und dann abfallen. Die beiden Federn sind metallisch verbunden. Die leitende Verbindung zwischen den beiden Kontaktschrauben v_1 und v_2 ist daher hergestellt, wenn beide Federn mit ihren bez. Anschlagschrauben in Berührung sind. Dies ist aber nur so lange der Fall, als die eine Feder w_1 abgefallen ist, während die andere die Nase noch nicht passirt hat und durch die letztere gegen den Kontakt v_2 gedrückt wird. Es bringt diese Einrichtung den Vortheil, dass der Kontakt und damit der Strom plötzlich hergestellt und ebenso unterbrochen wird; dass also weder bei der Schliessung noch bei der Unterbrechung ein zweifelhafter Kontakt entstehen kann, welcher bei Erschütterungen ein Klirren und dadurch falsche Zeigerangaben hervorbringen könnte.

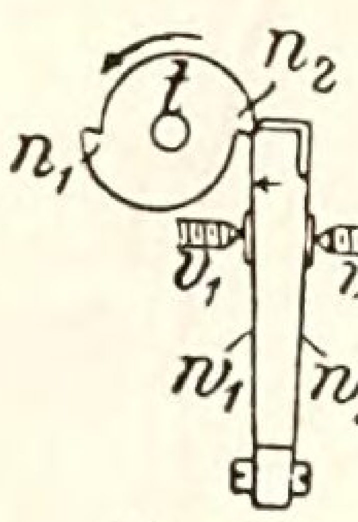


Fig. 195.

Um eine Beeinflussung der Apparate durch denselben genäherte starke Magnete zu verhindern, kann das Solenoid b mit einem Eisenmantel o umgeben werden.

Sollen die beschriebenen Apparate nicht zur Elektricitätsmessung, sondern zur Messung der elektrischen Energie in Leitungskreisen, in welchen die elektrische Spannung wesentlichen Aenderungen unterliegt, benutzt werden, so kann anstatt eines Stahl- oder Eisenkernes ein Solenoid mit Windungen aus feinem Draht in das feststehende Solenoid gehängt und der Zeiger mit dem ersteren verbunden werden. Es ist aber in diesem Falle vorzuziehen, die bei Elektrodynamometern benutzte Form des in einem festen Solenoid drehbaren anzuwenden.

In Fig. 196 ist die Anordnung dieses drehbaren Solenoids mit dem an ihm befestigten Zeiger in einer Oberansicht und einem Vertikalschnitt dargestellt, und von der Darstellung der übrigen Theile des Apparates, die genau den vorhin beschriebenen gleich bleiben, abgesehen worden. Zwischen dem zweitheiligen, feststehenden Solenoid S S_1 befindet sich das drehbare Solenoid S_2 mit Windungen aus feinem

Draht, welche in einer zu den Windungen der erstgenannten feststehenden Solenoide senkrechten Ebene laufen. Das bewegliche Solenoid S_2 ist auf eine Axe f gesteckt, auf welcher der Zeiger d befestigt ist. Die Axe f des beweglichen Solenoids S_2 dient gleichzeitig dazu, um den Strom zu diesem Solenoid zu führen; diese Zuführung kann in der verschiedensten Weise angeordnet werden. In der in der Zeichnung dargestellten Anordnung läuft beispielsweise die untere Spitze der Axe f in einem Quecksilbernäpfchen, in welches der eine Zuführungsdraht eintaucht, während der obere Theil dieser Axe f — deren obere Spitze wieder entsprechend gelagert ist — durch ein Gefäss h aus Glas, Stein oder anderem nicht amalgamirbaren Material hindurchgeht, welches mit Quecksilber gefüllt ist und den zweiten Zuleitungsdraht aufnimmt. Die Durchbohrung des Gefässes h, durch welche die Axe f hindurchgeht, ist so bemessen, dass nur ein äusserst geringer Zwischenraum zwischen der Welle und der Wand der Bohrung bleibt, so dass das Quecksilber in Folge der Kapillar-Attraktion desselben an dem Heraustreten aus dem Glasgefäss verhindert wird.

Durch eine Spiralfeder R, welche durch den Knopf l gedreht werden kann, wird die Ruhelage des drehbaren Solenoids eingestellt,

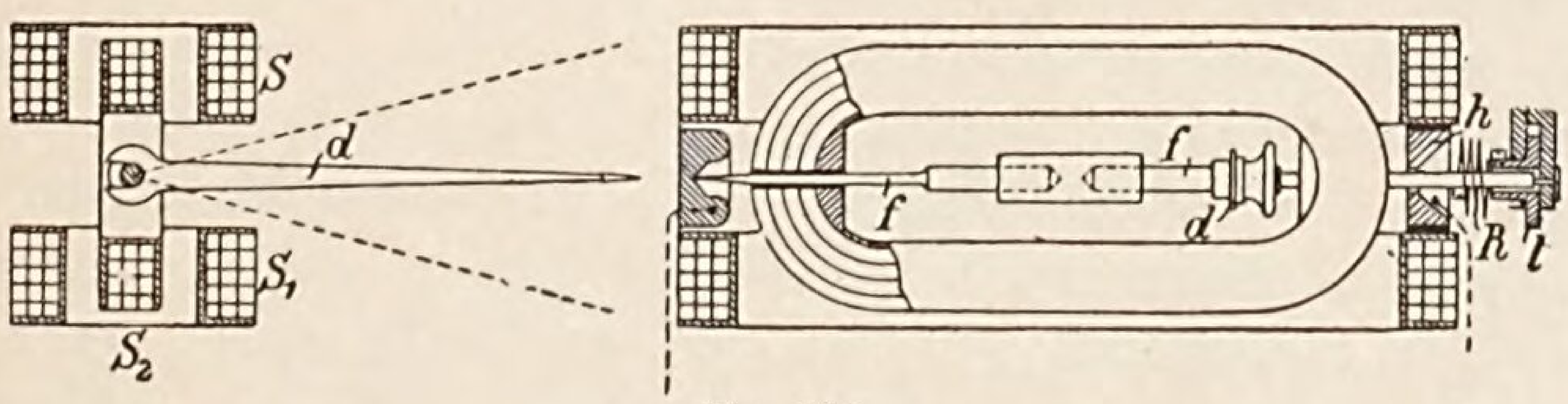


Fig. 196.

während die Torsionskraft der Feder so bemessen wird, dass der Zeiger die Skala des oscillirenden Hebels bei der grössten zu messenden Energie vollständig durchläuft.

Der hier nicht gezeichnete oscillirende Hebel g, welcher periodisch aus seiner Ruhelage zum Anschlag mit dem Zeiger d gebracht wird, erhält wiederum an der dem Zeiger zugekehrten Seite eine derartige Krümmung, dass die Drehungswinkel, welche der oscillirende Hebel bis zu seinem Anschlag an den Zeiger beschreibt, der zu messenden Grösse — also dem Produkt von Spannung und Stromstärke — proportional sind, so dass demgemäss das Zählwerk die verbrauchte Energie direkt anzeigt.

Patent-Ansprüche:

Bei einem Apparat zum Messen und Summiren der elektrischen Energie, bei welchem die Drehungswinkel eines passend gestalteten Hebels summirt werden, der in bestimmten Zeitintervallen bis zur Berührung mit einem in seiner Stellung durch die jeweilig vorhandene elektrische Energie bestimmten Zeiger gedreht wird.

1. Die Anordnung einer excentrischen Scheibe, welche durch ein Uhrwerk kontinuirlich gedreht wird, während eine Feder den — die zu summirenden Drehungswinkel beschreibenden — Hebel beim Rückgang des Excenters ohne Stoss gegen die Schneide des Zeigers führt, welche die weitere Drehung dieses Hebels verhindert.
2. Der Ersatz der die Bewegung des oscillirenden Hebels bewirkenden, von einem Uhrwerk kontinuirlich gedrehten excentrischen Scheibe (Anspruch 1) durch die Anordnung eines Elektromagneten oder eines Solenoids, deren Windungen im Nebenschluss der Leitung liegen, durch welche gleichzeitig das den periodischen Kontakt herstellende Uhrwerk aufgezogen wird.
3. Zum Zweck einer stossweisen Herstellung und Unterbrechung der unter 2. erwähnten periodischen Kontakte die Anordnung von zwei mit einander in leitender Verbindung stehenden Federn, welche durch das Uhrwerk gehoben werden und kurz nach einander abfallen, wobei der Abfall der ersten Feder die Stromleitung herstellt und der der zweiten dieselbe wieder unterbricht.

Ueber unterirdische Leitungen in elektrischen Anlagen.

(Vortrag im elektrotechnischen Verein am 26. März 1889.)

1889.

Meine Herren! Der bekannte englische Elektrotechniker, Prof. George Forbes, hat am 28. v. Mts. in der englischen elektrotechnischen Gesellschaft „Institution of Electrical Engineers“ einen Vortrag über „Elektrische Beleuchtungs-Central-Stationen in Europa und was sie lehren“ gehalten, in dessen Eingange er entschuldigend hervorhebt, dass man auch in England Manches von denen lernen könnte, die in der Lage gewesen wären, früher in dieser Richtung Erfahrungen zu sammeln als die Engländer. Herr Forbes hat auf der Rundreise, die er über Berlin, Mailand und Rom machte, auch Manches kennen gelernt, was er als Fortschritt auf diesem Gebiete willig anerkennt. Dass ihn dies selbst überrascht hat, folgt aus der Aeusserung, dass er zu seinem Erstaunen in der Berliner Central-Station, welche sehr methodisch und „effective“ eingerichtet wäre, nur deutsche Arbeit, wenigstens sicher keine amerikanische angetroffen hätte! In Berlin, der Geburtsstätte der unterirdischen Leitungen, der Dynamomaschine, der elektrischen Eisenbahnen und unzähliger anderweitiger elektrotechnischer Errungenschaften klingt dieses Erstaunen etwas auffallend. Herr Forbes und seine Landsleute werden sich schon an den Gedanken gewöhnen müssen, dass die Zeiten vorüber sind, wo die überlegene englische Technik allein die Welt beherrschte, und dass auch jenseits des England umgürtenden und schützenden Meeres jetzt tüchtige technische Leistungen zu finden sind! Herr Forbes sagt im Eingange seines Vortrages, dass er eine Diskussion über die Details der elektrischen Central-Beleuchtungs-Stationen und Stromvertheilungsnetze herbeiführen und gegen fehlerhafte Systeme Protest erheben wolle. Leider beginnt er aber diese nützliche Diskussion, ohne sich eingehend zu informiren, gleich mit einem Proteste gegen das System der eisenarmirten Bleileitungen,

die er in den drei von ihm besuchten Städten angetroffen hat. Er stützt sein absprechendes Urtheil ausschliesslich auf die Erfahrung, die man in Berlin mit diesem Leitungssystem gemacht habe, und fasst dasselbe dahin zusammen, dass diese Kabel sehr gut drei Jahre hielten, dass sie aber dann „sehr allgemein" zu Grunde gegangen seien. Das Blei würde verzehrt und das Wasser dränge durch zum Kupfer, welches dann zerstört würde. Man vermuthe, dass die Zerstörung des Bleies daher käme, dass es ein galvanisches Element mit der Eisenumhüllung bilde. Was aber der Grund auch sein möge, es stände fest, dass solche Kabel für unterirdische Lichtleitungen nicht länger als drei Jahre aushielten. Man sollte glauben, dass ein so angesehener Elektrotechniker ein so hartes verdammendes Urtheil über ein weit verbreitetes System nur auf Grund sehr eingehender Studien aussprechen würde. In dem Vortrage des Herrn Forbes ist aber nichts Derartiges zu finden. Er stützt, wie gesagt, sein Urtheil zunächst auf die in Berlin gemachten ungünstigen Erfahrungen, für deren Mittheilung er den Herren Rathenau und Datterer von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft seinen Dank abstattet, und dann auf die ungünstigen Erfahrungen, die man in England und Amerika mit bleiumhüllten Kabeln verschiedener Herkunft bisher gemacht habe. In keinem dieser Fälle habe ein bleiumhülltes Kabel länger als drei Jahre gute Dienste geleistet, sowie auch die Berliner Herren drei Jahre als den Termin bezeichnet hätten, wo die Zerstörung beginne!

Ich muss hier die Hoffnung aussprechen, dass die genannten Berliner Elektrotechniker von Herrn Forbes missverstanden sind und dass dieselben dies zu ihrer Rechtfertigung öffentlich erklären werden, da die ihnen zugeschriebenen Aeusserungen den Thatsachen durchaus nicht entsprechen. Thatsächlich hat das Berliner Leitungsnetz, welches von der Firma Siemens & Halske fabricirt und gelegt ist, eine Länge von etwa 130 000 m Strassenleitung, von denen etwa 51 700 m im Jahre 1885 gelegt sind, während etwa 86 400 m im Jahre 1887/88 verlegt wurden. Von diesen ist der erste, seit $3^1/_2$ Jahren liegende Theil der Kabel bisher durchaus unverändert. Weder eine Oxydation des Bleirohres noch ein Rückgang der Isolation ist konstatirt. Auch die mit Asphaltlack und einer 3 mm dicken Schicht getheerter Jute überzogene Eisenarmirung hat keine Aenderung erlitten, wie erst kürzlich durch Aufgrabung von etwa 40 Stellen des Berliner Netzes konstatirt ist. Fehler im Kabelnetze sind erst im Monat August vorigen Jahres, bald nachdem die elektrische Verbindung der drei Leitungsnetze ausgeführt war, aufgetreten, und zwar ausschliesslich in Kabeln der letzten Legungen in den Jahren 1886 und 1887. Das Vorhandensein der Fehler wurde leider erst entdeckt, wenigstens wurden sie erst zur Reparatur angemeldet, als eine vollständige Zerstörung der betreffenden Stellen durch Verschmelzung benachbarter Kabel eingetreten

war. Es wurden bei der Reparatur, die in einigen Tagen ohne wesentliche Störung des Betriebes ausgeführt wurde, Fehler an vier Stellen aufgefunden und durch Ersetzung von etwa 200 m Kabel beseitigt. Hierdurch wurde die Isolation des ganzen Netzes wieder hergestellt, und es ist, wie der Direktor Rathenau auf direktes Befragen kürzlich erklärt hat, seitdem kein neuer Fehler aufgetreten. Von den aufgetretenen Fehlern sind zwei, wie der Augenschein noch jetzt lehrt, durch äussere Beschädigung — Pickenhiebe — hervorgerufen. Bei den übrigen ist die Zerstörung durch Schmelzung so weit vorgeschritten, dass die Ursache des zuerst eingetretenen Isolationsfehlers nicht mehr zu erkennen ist. Dass der Eisenblechmantel in den an die Fehlerstellen angrenzenden Kabelstrecken theilweise galvanisch zerfressen war, ist die natürliche Folge der Zusammenschmelzung von Kupfer, Blei und Eisen an den Brandstellen. Die Erneuerung dieser Kabelstücke mit zerfressener Eisenhülle bedingte die unverhältnissmässig grosse Länge von etwa 200 m Kabel, welche zur Reparatur erforderlich war. Herr Forbes hat es übersehen, dass eine solche Zerfressung des Eisens durch den Kabelstrom als sekundäre Wirkung der aufgetretenen Fehler nothwendig eintreten musste, und nimmt irrthümlich an, dass diese Zerstörung die erste Ursache des eingetretenen Fehlers sei, und dass sie durch die galvanische Spannungsdifferenz zwischen Blei und Eisen hervorgerufen sei. Dass er sagt, das Blei würde durch einen solchen Kontakt von Blei und Eisen galvanisch zerstört, ist wohl ein Uebereilungsfehler, da das Blei nach seiner Stellung in der Spannungsreihe umgekehrt durch Kontakt mit Eisen vor Oxydation geschützt und dagegen das Eisen zerstört wird. Eine solche Zerstörung des Eisens würde aber auf die Konservirung des Bleies und somit die Isolation des Kabels ganz ohne Einfluss bleiben. Nun findet aber nach der Konstruktion der Kabel gar kein Kontakt zwischen Blei und Eisen statt. Beide sind durch eine 3 mm dicke Schicht asphaltirter Jute sorgfältig von einander getrennt, und die Isolation derselben von einander wird stets kontrolirt. Es ist also ein Irrthum des Herrn Forbes, dass die galvanische Spannungsdifferenz zwischen Blei und Eisen der Grund der eingetretenen Zerstörung einiger kurzer Kabelstücke des Berliner Netzes sei. Es wird dies auch dadurch bestätigt, dass bei allen Aufgrabungen der Eisenblechmantel, der selbst noch durch einen Ueberzug von Asphaltlack und schliesslich durch eine etwa 3 mm dicke Umwickelung mit getheerter Jute geschützt ist, sich als durchaus unangegriffen gezeigt hat, sogar gewöhnlich noch ganz dasselbe Aussehen wie vor der Legung hatte. Wie schon erwähnt, ist das Berliner Kabelnetz mit seinen vielen Verzweigungen und Hausanschlüssen leider nicht so angelegt, dass ohne grosse Störung des Dienstes regelmässige Isolationsmessungen des ganzen Netzes und seiner Theile ausgeführt werden können, wie ein rationeller Betrieb es erfordert. Nur diesem Umstande

der fehlenden Isolationskontrole ist es zuzuschreiben, dass die eingetretenen Fehler zu einer zerstörenden Grösse anwachsen konnten. Es kann aus diesem Grunde leider auch nicht konstatirt werden, ob dem Gesammtnetze seine ursprünglich hohe Isolation noch unverändert geblieben ist. Es ist immerhin möglich, dass noch einige Fehler vorhanden sind, die sich erst weiter entwickeln müssen, bis sie sich im Betriebe bemerkbar machen und dann reparirt werden können. Dass kein Grund vorhanden ist, eine allgemeinere wesentliche Verminderung der Isolation anzunehmen, zeigen aber die Messungen, die an Kabeln gleicher Konstruktion angestellt sind, die an anderen Orten von Siemens & Halske gelegt sind. So wurden die in München für die Theaterbeleuchtung im Jahre 1884 gelegten 10 Kabel gleicher Konstruktion von etwa 1688 m Länge am 9. März d. J. untersucht und gaben für neun dieser Kabel eine Isolation von durchschnittlich 50 Millionen Ohm pro Kilometer, während ein Kabel eine wesentlich geringere Isolation zeigte, die sich jedoch im Betriebe noch nicht bemerklich machte. Unmittelbar nach der Verlegung hatten diese Kabel eine Isolation von durchschnittlich 160 Millionen Ohm pro Kilometer. Dies praktisch ganz unwesentliche Heruntergehen der Isolation ist aber nur scheinbar, da die Kabelenden in ungeheizten feuchten Räumen liegen und nicht mit der Sorgfalt getrocknet und isolirt werden konnten, wie die Messung so hoher Isolationen es erfordert. Diese jetzt im fünften Jahre im Betriebe befindlichen Kabel zeigen recht schlagend die Unrichtigkeit der Behauptung des Herrn Forbes, dass die eisenarmirten Bleikabel nur drei Jahre Dienst leisteten und dann durch Zerstörung des Bleies zu Grunde gingen! Wie durchaus halt- und grundlos dieser Ausspruch ist, ergiebt sich aber auch schon aus den angeführten Zahlen des Berliner Leitungsnetzes, denn trotz der Vernachlässigung der Isolationskontrole, durch welche kleinen Fehlern gestattet wurde, zu ausgedehnten Zerstörungen sich zu entwickeln, ist überhaupt nur eine Kabellänge von etwa $^1/_5$ % der Länge des Berliner Kabelnetzes zur Reparatur verwendet. Es ist durchaus unberechtigt, hieraus den Schluss zu ziehen, dass die eisenarmirten Bleikabel als Misserfolg (failure) zu betrachten wären. Mit sehr viel grösserer Berechtigung kann dieser Behauptung die andere entgegengestellt werden, dass die Resultate der Anwendung solcher Kabel in den Centralstationen von Berlin, München, Rom, Turin, Mailand, Mühlhausen, Elberfeld, Darmstadt, Genf, Salzburg, Lyon, Haag, Petersburg, Moskau u. s. w. den Beweis geliefert haben, dass dies System sich vollständig bewährt hat und jedenfalls augenblicklich das beste, sicherste und dauerhafteste aller bisher angewendeten Systeme unterirdischer Leitung für Centralstationen ist. Dass Fehler durch äussere Beschädigungen, durch Fabrikations- oder bei der Legung begangene Fehler auch bei ihm auftreten können, ist immerhin möglich. Es bedarf darum ein Kabelnetz, sowie jede technische Anlage der

steten sorgfältigen Ueberwachung, und es müssen die Einrichtungen so getroffen werden, dass dieselbe leicht ausführbar ist.

Herr Forbes führt als weiteren Grund für sein über die Bleileitungen ausgesprochenes allgemeines Verdammungsurtheil an, dass das Blei sich überhaupt im Erdboden nicht erhalte, und dass bei keiner der zahlreichen Anwendungen derselben in England und Amerika sich eine grössere Dauer wie 3 Jahre herausgestellt habe. Wenn dies richtig ist, se beweist dies nur, dass man in diesen Ländern noch nicht die richtigen Grundsätze bei der Konstruktion, Fabrikation und Legung der Bleikabel befolgt hat. In Deutschland haben wir seit einem Menschenalter ausgedehnte Versuche mit Bleikabeln angestellt und ebenfalls viele traurige Erfahrungen mit denselben gemacht. Als die ausgedehnten, in den Jahren 1847 bis 1850 in Preussen ohne äusseren Schutz in den Erdboden gelegten, mit Guttapercha isolirten Leitungen durch äussere Beschädigungen, die namentlich von Feldmäusen, Ratten und anderen Nagethieren hervorgerufen wurden, zu Grunde gingen, suchte man denselben durch einen Bleimantel einen äusseren Schutz zu geben. Doch auch dieser Versuch schlug fehl, weil die Thiere auch das Blei zernagten. Es stellte sich dabei aber auch heraus, dass das Blei, welches sich durchschnittlich vollkommen gut im Boden erhielt, so dass noch jetzt nach über 40 Jahren häufig ganz unverändert erhaltene Bleileitungen ausgegraben werden, an einzelnen Stellen schon in kurzer Zeit vollständig zerstört wurde. Die Untersuchung dieser Erscheinung ergab, dass überall da, wo in Verwesung befindliche vegetabilische Stoffe, wie Holz und andere Pflanzenstoffe, mit dem Blei in direkte Berührung kommen, dies bei Luftzutritt schnell in kohlensaures oder essigsaures Blei umgewandelt wird, während sich dasselbe in solchem Erdreiche, welches frei von organischen Stoffen ist, Jahrtausende unverändert erhält — wie die Ueberreste römischer Wasserleitungen, die man noch heute unverändert vorfindet — beweisen. Es musste also das Bleirohr in seiner ganzen Ausdehnung vor der Berührung mit vermodernder organischer Substanz sorgfältig geschützt werden, — was um so schwieriger war, als sich herausstellte, dass auch eine Einbettung in Kalk oder Cement nachtheilig für die Konservirung des Bleies war. — Es sind langjährige Versuche, die zu der Erkenntniss geführt haben, dass ein Asphaltüberzug des Bleirohres und eine darauf folgende Umhüllung desselben mit einer Schicht asphaltirten Gespinnstes wie Hanf oder Jute, eine völlig sichernde Trennungsschicht bildet. Dieser schützende Ueberzug des Bleies bedurfte aber selbst wieder eines Schutzes gegen äussere Beschädigung durch Menschen und Thiere. Da das Durchziehen der starken und wenig biegsamen isolirten Leitungen durch Eisenröhren auf lange Strecken nicht durchführbar, Einlegen derselben in eiserne oder gemauerte Kanäle aber kostspielig ist und sich nur dann bewährt hat, wenn die Kanäle so weit sind, dass

Menschen bequem darin arbeiten können, so ergab sich als das geeignetste Schutzmittel eine Umwickelung mit einer doppelten Spirale von Eisenblech, welches seinerseits wieder durch Asphaltirung oder Verzinkung und eine abermalige Umhüllung mit getheerter Jute vor Oxydation geschützt werden muss. Ausgedehnte langjährige Versuche haben ergeben, dass auf diesem Wege Leitungen herzustellen sind, welche sich in allen Bodenarten, welche nicht mit fauligen animalischen Stoffen sehr stark imprägnirt sind, auf unbegrenzte Zeit erhalten. Freilich ist es erforderlich zur Erhaltung einer vollkommenen Isolation, dass das Gespinnst, welches das Kupferseil von der inneren Wand des Bleirohres trennt, mit hoch isolirender Substanz vollkommen getränkt ist, so dass alle Poren desselben mit der Tränkungsmasse ausgefüllt sind, und dass das Bleirohr selbst absolut porenfrei und dicht ist. Trübe Erfahrungen lehrten uns, dass dies sich durch gewöhnliche Bleiröhrenpressen, bei welchen das Blei bis zum Schmelzpunkt erhitzt wird, nicht sicher erreichen liess. Durch Verunreinigungen des Bleies und kleine Luftblasen bildeten sich immer hin und wieder Kanäle durch die Bleiwand, durch welche das Wasser sich im Laufe der Zeit einen Weg zum Isolator bahnte. Durch doppelte Umpressung mit Blei liess sich die hierzu nöthige Zeit zwar wesentlich verlängern, aber der Uebelstand liess sich dadurch nicht ganz beseitigen, da das Wasser, welches durch einen Fehler im äusseren Rohre einen Weg zum Zwischenraum zwischen den beiden Bleiröhren gefunden hat, sich in demselben ausbreitet, bis es zu einem Fehler im inneren Bleirohre gelangt. Es ist uns aber gelungen, vollkommen dichte Bleiüberzüge dadurch herzustellen, dass das Blei unter Anwendung sehr hohen Druckes im kalten Zustande um das isolirte Kupferseil gepresst wird. Durch den hierzu erforderlichen gewaltigen Druck werden etwa im Bleiblocke noch vorhandene Luftbläschen auf ein unschädliches Minimum zusammengedrückt, und bei der grösseren Dicke, die der Bleiwand bei einmaligem Ueberzuge gegeben werden kann, können kleine feste Verunreinigungen des Bleies nicht leicht durch die ganze Wand hindurchreichen. Wenn dies doch einmal vorkommt, so ist es Sache der gründlichen elektrischen Prüfung, bei der Fabrikation solche Fehler zu erkennen und zu beseitigen. Um dies zu können und um auch bei der späteren regelmässigen elektrischen Kontrole des Kabelnetzes das Auftreten von Fehlern gleich in ihren ersten Stadien erkennen zu können, ist eine möglichst hohe Isolation der Kabel erforderlich, obschon dieselbe für den praktischen Gebrauch durchaus unwesentlich ist.

Man könnte gegen die beschriebene, von der Firma Siemens und Halske allgemein verwendete Kabelkonstruktion die Einwendung erheben, dass asphaltirte Jute als Trennungsmittel zwischen der Blei- und Eisenblechhülle im Laufe der Zeit dadurch zu einer Zersetzung des Bleirohres führen könnte, dass die Jute trotz der Tränkung mit

Asphalt vermoderte und zur Bildung von kohlensaurem und essigsaurem Blei Veranlassung gäbe. Es liesse sich diesem Bedenken durch Anwendung von Asbestgespinnst anstatt der Jute Rechnung tragen. Da aber langjährige Erfahrungen für die dauernde Konservirung der mit Asphalt getränkten Jutefaser sprechen, so glaubt man von der Anwendung des kostspieligen Asbestgespinnstes absehen zu können.

Als ein Nachtheil des beschriebenen Systems der Bleileitungen lässt sich ferner anführen, dass der doppelte Eisenblechmantel nicht stark genug gemacht werden kann, um Beschädigungen durch die Arbeitsgeräthschaften der Arbeiter im Boden der städtischen Strassen völlig auszuschliessen. Dieser Einwand muss als berechtigt anerkannt werden, denn wenn auch die geschlossene Eisenhülle ein Durchschlagen derselben nur in besonderen seltenen Fällen gestatten wird, so ist sie doch zu elastisch und nachgiebig, um eine Durchbiegung und eine Zerquetschung der trennenden Gespinnstschicht zwischen Kupfer und Blei stets zu verhindern. Es bedingt dies die Nothwendigkeit einer sehr sorgfältigen Ueberwachung aller Erdarbeiten in der Nähe von Kabeln und einen weiteren äusseren Schutz gegen gewaltsame Beschädigungen an gefährdeten Punkten durch Bedeckung der Kabel mit Stein- oder Eisenplatten oder durch eine Einlegung derselben in gemauerte Kanäle. Es ist zweckmässig, die letzteren dann mit Sand auszufüllen, um die Kabel immer feucht zu erhalten, damit eintretende Fehler sogleich erkannt werden können.

Als ein weiterer Uebelstand der Anwendung isolirter Kabel für die Leitungsnetze elektrischer Central-Stromlieferungsanstalten lässt sich noch anführen, dass es durch fehlerhafte Anlage des Netzes oder Fehler in der Benutzung desselben leicht eintreten kann, dass einzelne Theile desselben so hoch überhitzt werden, dass dadurch die Isolation der Leitung zerstört wird. Es ist dies der Grund, warum Guttapercha und überhaupt leicht durch Temperaturerhöhung erweichende, schmelzende oder sich zersetzende Substanzen als Isolirmittel für solche Leitungsnetze nicht verwandt werden dürfen. Die Bleikabel zeichnen sich dadurch vor allen anderen unterirdischen Leitungen aus, dass sie einen sehr hohen Erwärmungsgrad ohne jeden Nachtheil ertragen. Sie sehen unter den ausgelegten Kabelstücken eines, welches dem Berliner Netze bei Gelegenheit der Reparatur entnommen wurde, und welches durch Verschmelzung der Erdbodentheile mit der Juteumhüllung des Kabels den Beweis liefert, dass eine sehr hohe Erhitzung desselben stattgefunden hat. Trotzdem ist das Kabel vollkommen gut isolirend. Es ist aber nicht undenkbar, dass die Erhitzung unter besonders ungünstigen Verhältnissen so weit getrieben wird, dass die das Kupfer und Blei trennende Jute verkohlt und dadurch leitend wird, oder dass Destillationsprodukte auftreten, welche die Isolationsschicht leitend machen oder selbst durch mechanischen Druck zerstörend wirken. Es bedarf schon

aus diesen Gründen ein unterirdisches Leitungsnetz einer grösseren Sorgfalt bei der Anlage, Kontrole und Benutzung, wie ein oberirdisches oder ein Netz, für welches blanke Drähte in Kanälen isolirt befestigt sind.

Dieses System wird aber nur für Ströme geringer Spannung verwendbar sein und auch für diese nur unter besonders günstigen Verhältnissen. In volkreichen Städten, in welchen der Strassenboden bereits vielfach in Anspruch genommen ist, wird es nur selten möglich sein, hinreichend zugängliche und stets trockene Kanäle für diesen Zweck herzurichten, wenn dieselben nicht, wie die Pariser égouts, bereits in früheren Zeiten für andere Zwecke angelegt sind. Leider sind die modernen grösseren Städte meist nicht in der Lage, ein solches System zugänglicher Kanäle unter dem Strassenniveau anzulegen, da häufig, wie in Berlin, die Natur des Bodens und die Grundwasserverhältnisse dem entgegenstehen, und da auch Entwässerungskanäle, Röhrenleitungen aller Art dies ausserordentlich erschweren. Voraussichtlich wird allerdings die Richtung, die unsere sociale Entwickelung angenommen hat, die immer wachsende Koncentrirung der Menschen in grossen Verkehrscentren, es zur unabweisbaren Nothwendigkeit machen, den Strassenverkehr durch eine zweite ober- oder unterirdische Verkehrsetage zu entlasten, in welcher dann auch die elektrischen Leitungsnetze ihren Platz finden werden. Bis dahin wird man sich schon damit begnügen müssen, in unserem viel beanspruchten Strassenboden den nöthigen Platz zu finden, um isolirte Leitungen mit möglichst gutem Schutze gegen äussere Beschädigungen in denselben einzubetten.

Dies ist das, was ich Ihnen hier direkt mitzutheilen hatte. Ich habe es lieber vorgelesen, da manche Aeusserungen, selbst Beschuldigungen, wenn man will, darin zu finden sind, die eine genaue Wiedergabe nöthig machen. Es ist zu hoffen, wie gesagt, dass das wirklich unerhörte Urtheil, welches ein hochstehender englischer Ingenieur in der ersten und ältesten Gesellschaft von Elektrotechnikern der Welt abgiebt, ohne sich vollständig informirt zu haben, bekannt wird. Ich selbst habe ihn hier bei den Herren der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft eingeführt, er ist aber bisher nicht zu mir gekommen. Es wäre doch leicht für ihn gewesen, sich nähere Informationen zu verschaffen, namentlich wenn er einen so sehr ungünstigen Eindruck erhalten hatte. — Ich gebe zu, dass dies ein polemischer Vortrag ist, der ein bischen geschäftlichen Hintergrund hat, aber ich glaube, meine Herren, wir können und müssen das Eine von den Engländern lernen: unsere Rechte scharf zu vertheidigen, namentlich gegen solche auswärtigen, rücksichtslosen und aller Begründung entbehrenden Angriffe, wie dieser einer war, und ich hoffe, dass die Elektrotechnische Gesellschaft in London diesem Vortrage Aufnahme in die Spalten ihres Organs nicht versagen wird.

Ich habe hier einige Kabelproben hingelegt, die insofern vielleicht interessant sind, als sie diese mächtige Zerstörung, die da eintritt, hier zeigen; die grösseren, schwer zu transportirenden Stücke habe ich nicht mitgebracht. Es haben, wie gesagt, solche Zerstörungen stattgefunden; diese Stellen haben natürlich die benachbarten Kabel meist mit ergriffen, so dass eine ganze Menge Beschädigungen eingetreten sind. Daneben habe ich auch für die Herren, die sich dafür interessiren, da gerade einmal von Kabeln die Rede ist, Kabelproben von verschiedener Grösse hier hingestellt, und zwar solche für niedrige, mittlere und hohe Spannung, damit Sie eine allgemeine Uebersicht von dem hier von uns befolgten Leitungssystem haben. Ich will hierdurch gar nicht aussprechen, dass nicht auf andere Weise ebenso gut dauernde Bleikabel hergestellt werden können; ich musste aber diesem von dem englischen Ingenieur Forbes abgegebenen, uns scharf verdammenden Urtheile Gründe gegenübersetzen, die uns dahin gebracht haben, bessere Kabel zu machen, und solche, die diesen von ihm in England beobachteten Mängeln, dass sie nur drei Jahre halten, nicht unterliegen, und ich bitte, von diesem Standpunkte aus meine Mittheilungen entgegenzunehmen.

Neuerung bei der elektrolytischen Gewinnung von Kupfer und Zink.

(Deutsches Reichspatent No. 48959 vom 3. Januar 1889. Zusatz zum Patent No. 42243.)

1889.

Bei der elektrolytischen Gewinnung von Kupfer (oder Zink) nach dem im Patent No. 42243 [1]) geschützten Verfahren wird der aus einer Lösung von Kupfersulfat und Ferrosulfat bestehende Elektrolyt durch Zellen geführt, welche durch leitende Membranen in gesonderte Kathoden- und Anodenabtheilungen getheilt sind, und zwar geschieht dies in der Weise, dass die Flüssigkeit zuerst alle Kathodenabtheilungen hinter einander durchläuft — wobei durch den Strom ein grosser Theil des Kupfersulfats zerlegt und das Kupfer auf die Kathodenplatten niedergeschlagen wird —, sodann alle Anodenabtheilungen nach einander passirt, wobei durch die Stromwirkung das Eisenoxydul an den unlöslichen Anodenflächen zu Eisenoxyd oxydirt wird. Die entkupferte und jetzt Ferri- anstatt Ferrosulfat enthaltende Flüssigkeit wird darauf wieder mit gepulverten, gerösteten oder ungerösteten Erzen gemischt und ist dann befähigt, wiederum Kupfer unter Bildung von Kupfersulfat und gleichzeitiger Rückbildung des Ferri- in Ferrosulfat aus den geschwefelten Erzen zu lösen.

Gegenstand dieses Zusatz-Patentes sind Neuerungen, sowohl in den Einrichtungen zur Lösung des Kupfers oder Zinks aus den gepulverten Erzen, als auch an den Zersetzungszellen, wodurch die zusammengehörigen chemischen und elektrolytischen Processe beschleunigt und gesichert werden.

Die Lösung des Metalles durch die entkupferte oxydirte Flüssigkeit geschah bisher in Filtrirgefässen, welche mit dem Erzpulver gefüllt wurden und durch die man die Ferrisulfat haltende Flüssigkeit wiederholt hindurchgehen liess, oder in Reservoiren oder Bottichen mit Rührwerken oder in rotirenden Trommeln, in welchen man die Flüssigkeit mit dem Erzpulver längere Zeit in Bewegung erhält. Statt dieser

[1]) S. 486 ff. dieser Sammlung.

umständlichen, discontinuirlich arbeitenden Einrichtungen benutzen wir schmale und niedrige, aber lange Rinnen aus Holz oder anderem passenden Material, welche der ganzen Länge nach mit gegen einander rotirenden Flügelwalzen versehen sind. Diese Flügelwalzen werden gegen einander gedreht und versetzen dadurch die ganze, die Rinne füllende Flüssigkeit in eine rotirende Bewegung in der Richtung des Querschnitts der Rinne. Hierdurch wird das zugleich mit der Flüssigkeit eingeführte Erzpulver suspendirt erhalten, ohne in der Richtung der Länge der Rinne (oder des Troges) verschoben zu werden. Eine Verschiebung in der Längsrichtung entsteht nur infolge der continuirlich an einem Ende der Flüssigkeit zu- und am anderen Ende abgeführten Flüssigkeit, und es lässt sich mithin die Dauer der Einwirkung der oxydirten Lauge auf das Erzpulver beliebig durch die Grösse der Zufuhr neuer Flüssigkeit reguliren.

Da zur vollständigen Lösung des Metalles zuweilen die Erwärmung der Flüssigkeit erforderlich ist, so kann dieselbe durch eine Dampfröhre (oder mehrere solcher) aus Kupfer oder Blei bewirkt werden, welche die ganze Rinne oder nur einen Theil derselben durchläuft.

In den beiliegenden Zeichnungen ist die Lösungszelle in der Fig. 197 im Querschnitt dargestellt, während die Fig. 198 einen Grundriss des ganzen Rinnensystems darstellt. Bei dieser Einrichtung ist die Rinne der Raumersparniss wegen in Zickzackform angeordnet. Die Wände *T* der Rinne sind von Holz und zur Erzielung der Dichtigkeit mit Bleiblech ausserhalb umkleidet. Die mit den Schaufeln *S* versehenen Walzen *A* drehen sich gegen einander mittelst gekreuzter wasserfester Schnüre. Das kupferne Heizrohr *D* durchläuft sämmtliche Abtheilungen der Rinne und ermöglicht, die Temperatur auf die gewünschte Höhe zu bringen.

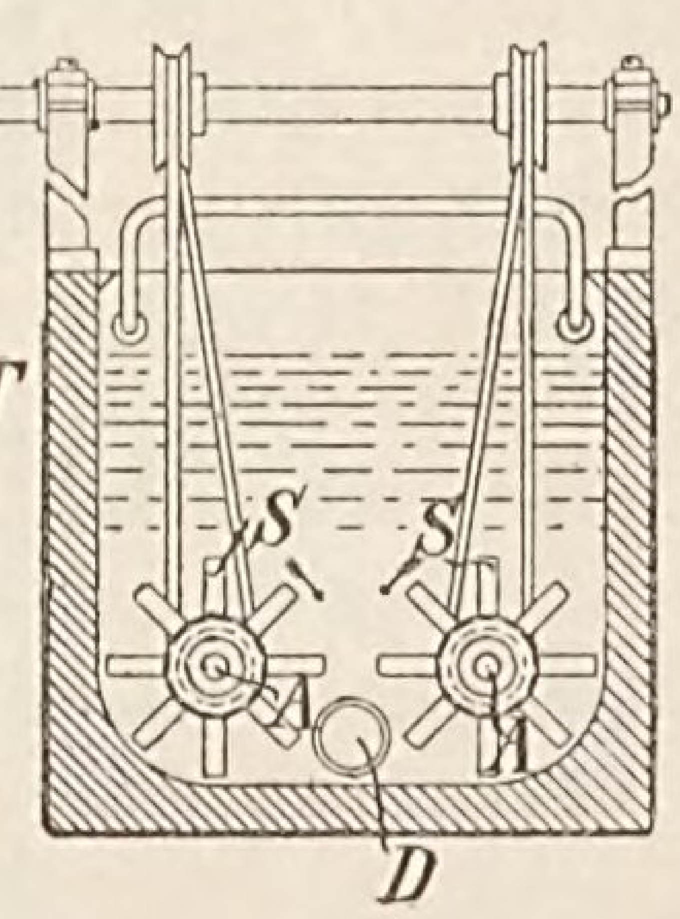


Fig. 197.

Die bisher benutzten elektrolytischen Zersetzungszellen, welche

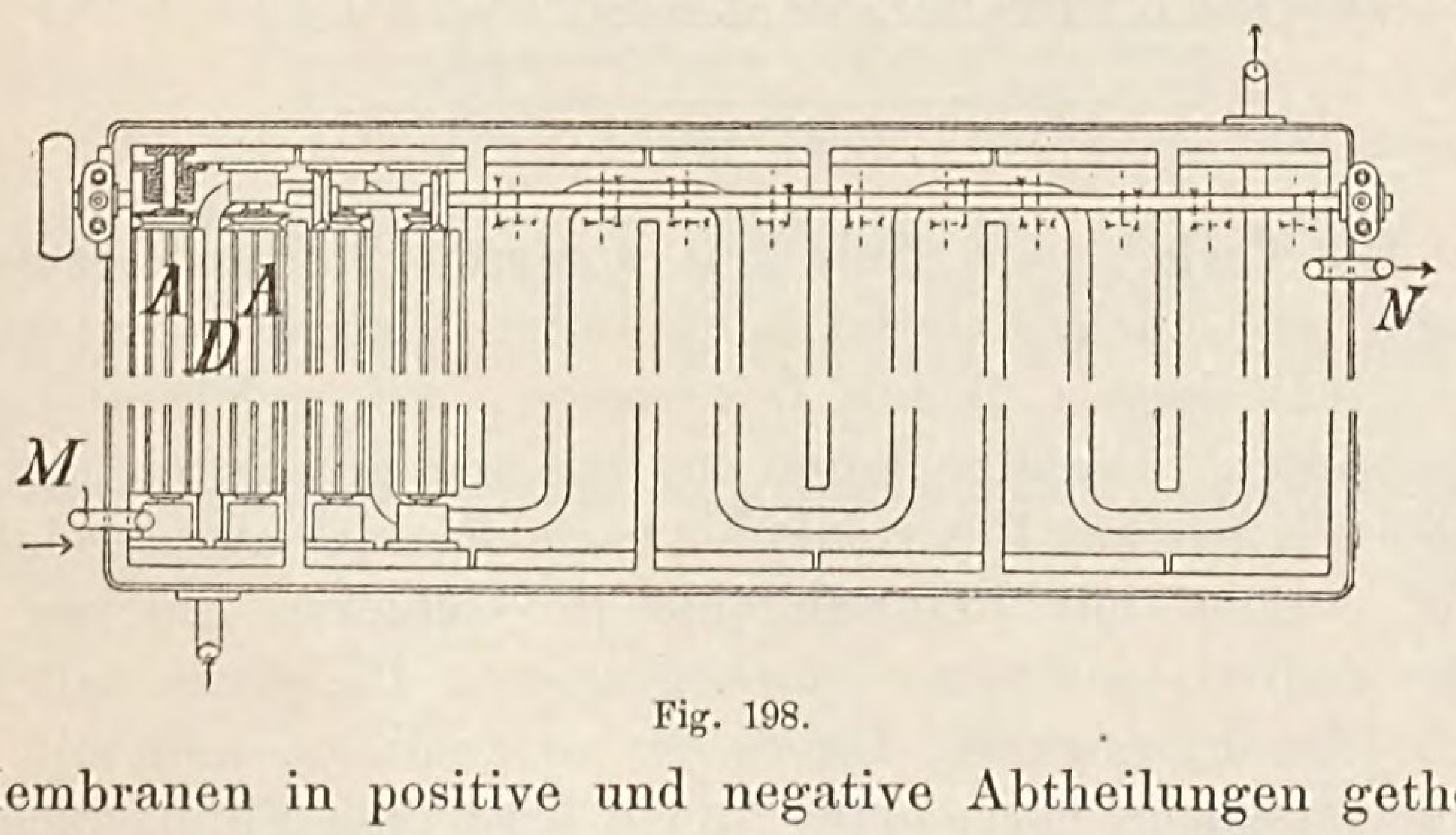


Fig. 198.

durch Membranen in positive und negative Abtheilungen getheilt sind,

leiden an den bekannten Uebelständen der trennenden Membranen bei elektrolytischen Operationen. Die Membranen haben entweder einen zu grossen Leitungswiderstand, oder dieselben sind nicht haltbar genug, dehnen sich und gestatten den Ausbruch der Flüssigkeiten durch Diffusion oder Undichtigkeiten. In Fig. 199 ist eine Zersetzungszelle in Querschnitt und Grundriss dargestellt, welcher diese Uebelstände nicht

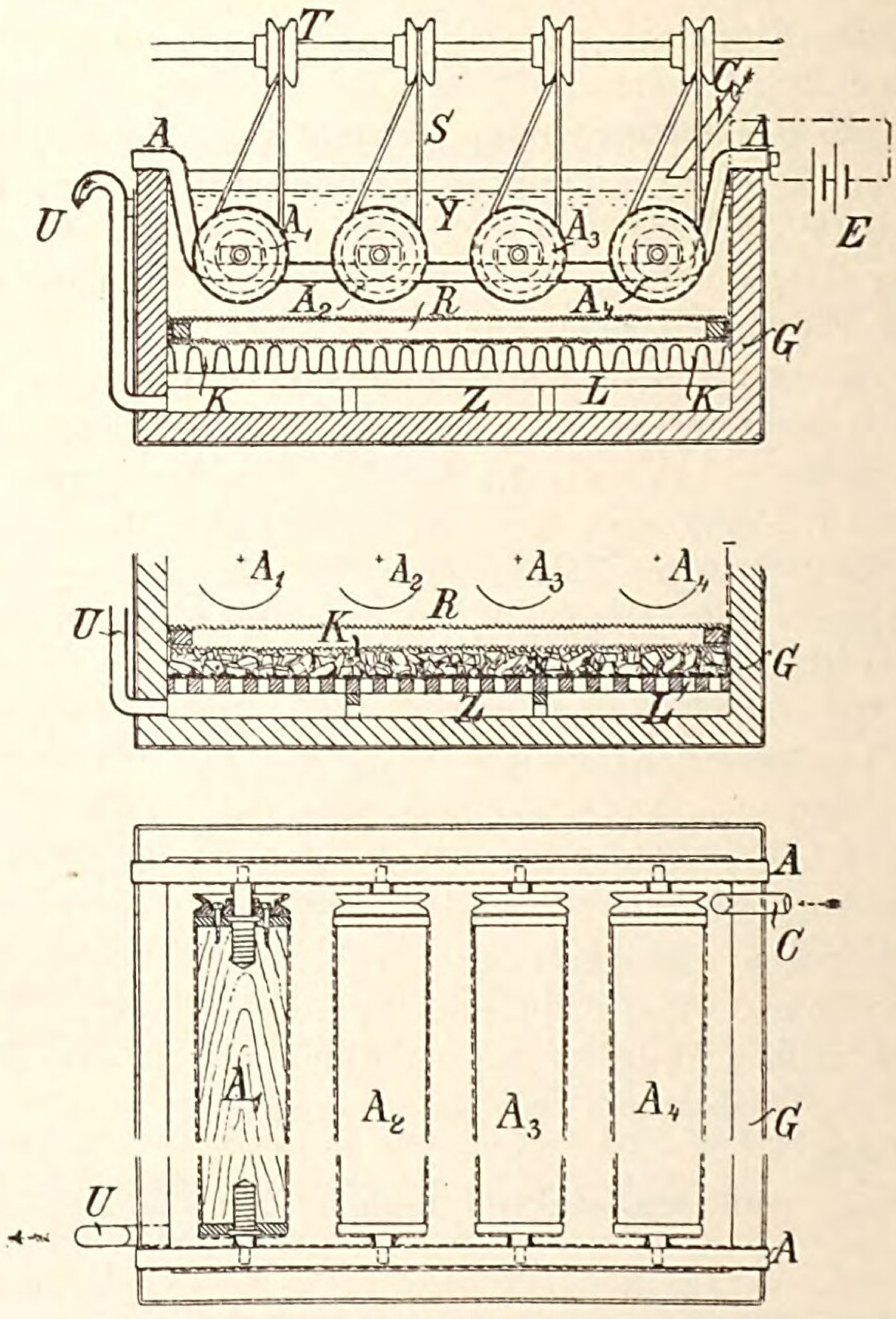


Fig. 199.

anhaften. Ein flaches, aus Holz mit äusseren Bleiblechbezügen oder aus anderem passenden Material hergestelltes Gefäss *G* ist mit einem falschen, durchlöcherten Boden *L* versehen, auf welchem die Anode *K* sich ausbreitet. Dieselbe kann aus passend gelagerten und leitend verbundenen Platten aus Retortenkohle bestehen oder aus durchlöcherten Bleiplatten, welche mit Retortenkohle in kleineren Stücken bedeckt sind, oder endlich aus einer stark gewellten Bleiplatte mit Löchern zum Abfluss der Flüssigkeit. Ueber die so gebildete und mit isolirten Zuleitungen versehene horizontale Anode wird eine Filterschicht *R* an-

geordnet, welche den Zweck hat, Strömungen der die Anode berührenden und bedeckenden Flüssigkeit zu verhindern. Dieses Filter kann aus Filz oder einem anderen organischen oder unorganischen Stoff bestehen. Als Kathoden dienen die Mantelflächen von Cylindern A_1 A_2 A_3 A_4, welche von dem Elektrolyten ganz bedeckt sind und durch wasserfeste Schnüre continuirlich langsam gedreht werden. Diese Walzen können aus einem Holzkern bestehen, der mit Wachs, Kitt oder dergleichen überzogen und dann mit einem leitenden Ueberzug bekleidet ist, welch letzterem der Strom durch die kupfernen Walzenzapfen in passender Weise zugeführt wird.

Die regenerirte elektrolytische Flüssigkeit, aus Kupfer- nnd Ferrosulfatlösung bestehend, wird in continuirlichem, vielfach verzweigtem Strom der die Walzen bedeckenden Flüssigkeit zugeführt. Die Drehung der Walzen bewirkt die fortlaufende Mischung der Gesammtflüssigkeit bis zu dem die Anode bedeckenden Filter. Da durch das Rohr *U* aus dem Raum unter dem doppelten Boden immer ebenso viel Flüssigkeit ab-, wie bei *C* oben zufliesst, so findet ein stetiger langsamer Strom des Elektrolyten durch das Filter zur Anode hin statt. An diese wird das Eisenoxydul des Ferrosulfats durch den frei werdenden Sauerstoff zu Oxyd weiter oxydirt, wobei die oxydirten Theile des erhöhten specifischen Gewichts wegen zu Boden fallen und zunächst fortgeführt werden, so dass bei richtiger Regulirung des Zuflusses, der Stromstärke und des Gehalts der Lösung an Kupfer und Eisen das Resultat des Processes darin besteht, dass der Elektrolyt im oberen Theil der Zelle etwa ²/₃ seines Kupfergehalts verliert, während in der Anodenabtheilung das ganze Ferro- in Ferrisulphat umgewandelt wird. Dieses letztere wird continuirlich, wie es abfliesst, wieder dem Rinnenrührapparat unter Zufügung des nöthigen Erzpulvers zugeführt und durchwandert den Apparat von Neuem.

Patent-Ansprüche:

Bei dem durch das Patent No. 42243 geschützten Verfahren:

1. Die Lösung des Metalls aus den gepulverten Erzen in rinnenförmigen Rührwerken, durch welche das Pulver suspendirt erhalten wird, so dass es mit der Flüssigkeit die ganze Rinne kontinuirlich langsam durchläuft.
2. Die Anordnung horizontaler Zersetzungszellen mit Anodenplatten oder Stäben aus Retortencoaks oder gewellten Bleiplatten am Boden und mit rotirenden Cylindern als Kathoden in der durch ein Filter von der Anodenflüssigkeit getrennten Kathodenflüssigkeit.

Neuerung an dem unter D. R. P. No. 50623 geschützten Apparat zum Messen und Summiren der in Gleich- oder Wechselströmen einen Leiter durchströmenden Energie.

(Deutsches Reichspatent No. 57785 vom 16. August 1890; Zusatz zum Patent No. 50623.)

1890.

Der im Nachfolgenden beschriebene und in den beigefügten Zeichnungen dargestellte Apparat stellt eine Neuerung der im Hauptpatent No. 50623 [1]) beschriebenen Einrichtung vor und bezweckt, die Genauigkeit der Messung unabhängig zu machen von etwa ausserhalb des Apparates befindlichen oder demselben absichtlich genäherten magnetischen Massen. Bei den in dem Hauptpatent beschriebenen Konstruktionen kann man nämlich die von den Solenoiden *b* angezogenen Kerne *a*, sowie das drehbare Solenoid S_2 durch Anbringung eines Magneten ausserhalb des Apparates beeinflussen und kann so den letzteren durch Verstellung des Zeigers *d* zu einem ungenauen Messen und Summiren der elektrischen Energie veranlassen.

Um diesen Uebelstand zu vermeiden, wird der im Hauptpatent beschriebene Energiemesser in der Weise abgeändert, dass anstatt des einen drehbaren Solenoides deren zwei oder mehrere verwendet werden, welche an einer gemeinsamen Welle befestigt sind und abwechselnd entgegengesetzte Polarität besitzen, so dass ein dem Apparat von aussen genäherter Magnet auf die eine Hälfte der Solenoide anziehend, auf die andere Hälfte dagegen abstossend wirkt und somit keine Drehung der diese Solenoide tragenden Welle zu bewirken vermag.

In den beiliegenden Zeichnungen stellt die Fig. 200 in einer Seiten- bezw. einer Oberansicht und theilweisem Querschnitt die zur Ein-

[1]) S. 521 ff. dieser Sammlung.

stellung des Zeigers dienenden, an einer gemeinsamen Welle befestigten Solenoide dar, und veranschaulicht im Längsschnitt beziehungsweise im Grundriss die Art der Aufhängung und Stromführung für das eine dieser Solenoide.

In Fig. 201 ist eine besondere Ausführungsform der Antriebvorrichtung für das Zählwerk dargestellt, welche namentlich insofern von der im Hauptpatent beschriebenen Einrichtung abweicht, als in diesem Falle der dort erwähnte Hebel *g* nicht während seiner Vorwärtsbewegung, sondern erst während seines Rückwärtsganges, also nach seiner Berührung

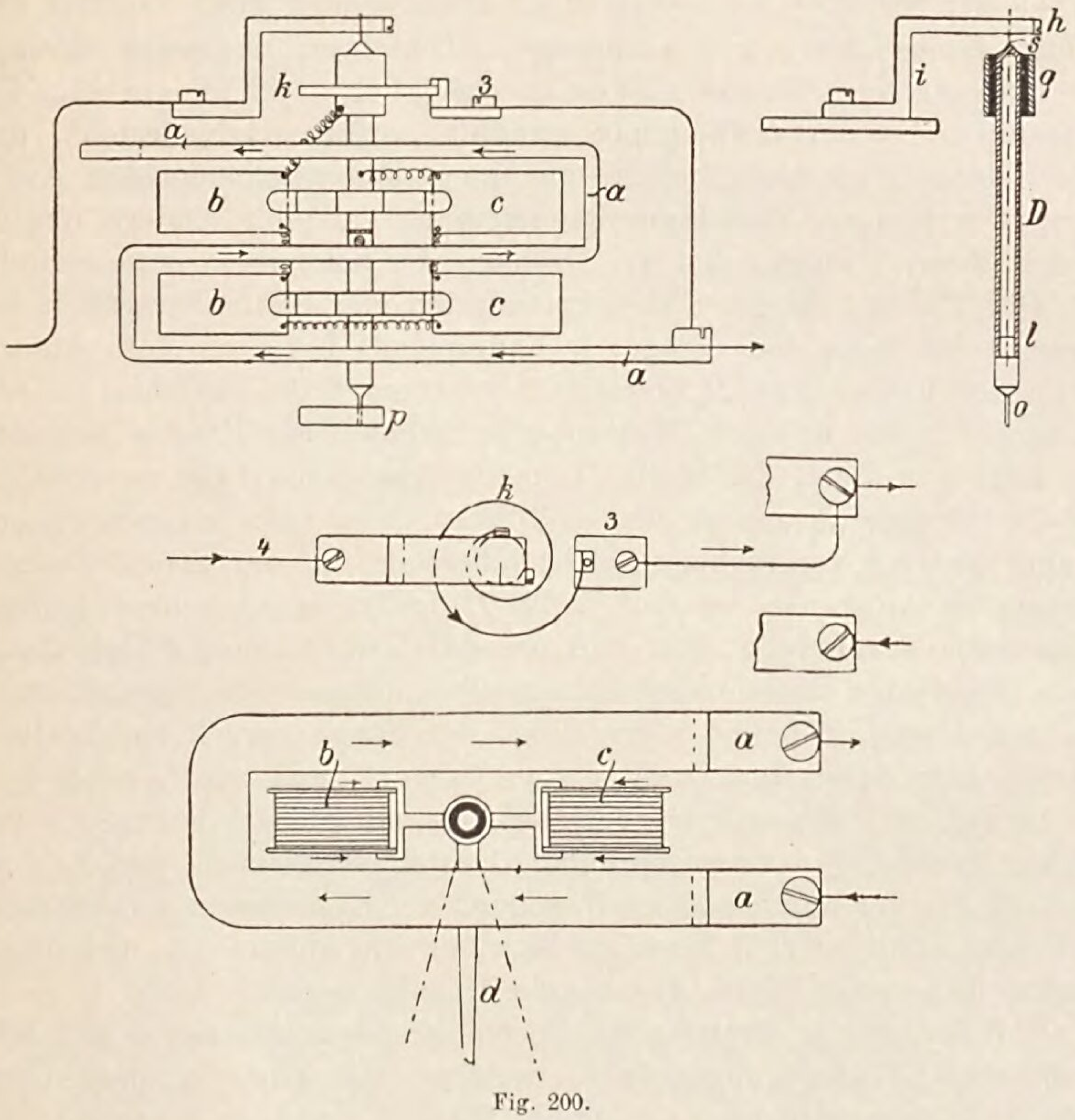


Fig. 200.

mit dem Zeiger *d*, auf das Zählwerk einwirkt. Die Fig. 201 veranschaulicht diese Anordnung im Grundriss und in der Seitenansicht und enthält ausserdem eine Detailansicht des Zeigers *d*. Die Fig. 202 lässt eine besondere Art der Aufhängung der drehbaren Solenoide erkennen und die Fig. 203 zeigt ein Zifferblatt für die Angabe von Ampèrestunden.

a ist ein fest mit dem Gehäuse des Messapparates verbundener Streifen aus Kupfer oder einem anderen Metalle, welcher, wie aus

Fig. 200 ersichtlich, in mehreren über einander liegenden und abwechselnd entgegengesetzt verlaufenden Windungen so gebogen ist, dass derselbe, gleichsam als Solenoid wirkend, die drehbaren Solenoide *bbcc* umgiebt und zwischen seinen einzelnen Windungen einen hinreichend weiten Zwischenraum lässt, damit die drehbaren Solenoide sich frei zwischen die Windungen dieses Metallstreifens *a* hindurch bewegen können. Je ein Paar der auf entgegengesetzten Seiten der Welle *D* befindlichen Solenoide *b c* besitzen entgegengesetzte Polarität und ebenso besitzen die auf ein und derselben Seite dieser Welle befindlichen Solenoide gleichfalls abwechselnd entgegengesetzte Polarität, so dass die von sämmtlichen Solenoiden beim Durchsenden eines Stromes ausgeübten Drehwirkungen sich summiren. Um eine vollkommen reibungslose Drehung der Solenoide *bbcc* zu ermöglichen, ist die in Fig. 200 dargestellte Art der Aufhängung gewählt, welche darin besteht, dass diese Solenoide an einer hohlen, an einem Faden *s* hängenden Axe *D* befestigt werden, so dass keine Lagerreibung entsteht, sondern nur die Torsion dieses Fadens *s* bei der Drehung der Solenoide zu überwinden ist. Der Faden *s* wird am Zweckmässigsten aus Platin hergestellt und einerseits bei *h* an dem Träger *i*, andererseits bei *l* an dem unteren Theile der hohlen Axe *D* befestigt. *o* ist ein Stift, welcher in eine Bohrung des fest mit dem Messapparat verbundenen Klotzes *p* hineinragt und dazu dient, die Welle *D* stets in derselben Lage zu erhalten. Um die Stromzuführung zu den drehbaren Solenoiden zu ermöglichen, ist eine Feder *k* vorgesehen, welche einerseits mit der Stromleitung *3*, andererseits mit einer auf der Welle *D* isolirt angebrachten Hülse *q* in leitender Verbindung steht und den durch die Leitung *3* zugeführten Strom den hinter einander geschalteten Solenoiden *bbcc* übermittelt. — Von dem oberen Solenoid *c* aus fliesst der Strom zurück zur Welle *D* und von hier durch den Draht *s* zum Träger *i* und zur Leitung *4*.

In Fig. 201 ist durch *GG* ein auf dem mit Stellschrauben *SS* versehenen Dreifusse *A* festgeschraubtes Gestell bezeichnet, welches zur Lagerung des zur regelmässigen Bewegung der Excenteraxe *x* bestimmten Laufwerks dient, welch letzteres hier nur angedeutet ist und dessen Gang in bekannter Weise durch eine Unruhe geregelt wird.

Auf der oberen Gestellplatte ist ein kreisbogenförmiger, mit *WW* bezeichneter Winkel angeordnet, welcher mit einer Ampère-Gradeintheilung versehen ist. — Dieser Winkel ist dazu bestimmt, das Ausweichen des Zeigers *d* bei der Berührung mit dem schwingenden Hebel *g* und somit ein falsches Zählen zu vermeiden, da schon eine leise Berührung dieses Hebels mit dem Zeiger *d* genügt, um den letzteren durch den vom Hebel *g* auf die schräge Fläche *v* ausgeübten Druck ein wenig nieder zu drücken, wobei eine an diesem Zeiger bei *u* befestigte Spitze auf der rauhen Fläche des Winkels *W* sich festhält.

Das den verbrauchten Strom anzeigende Zählwerk Z (Fig. 202)

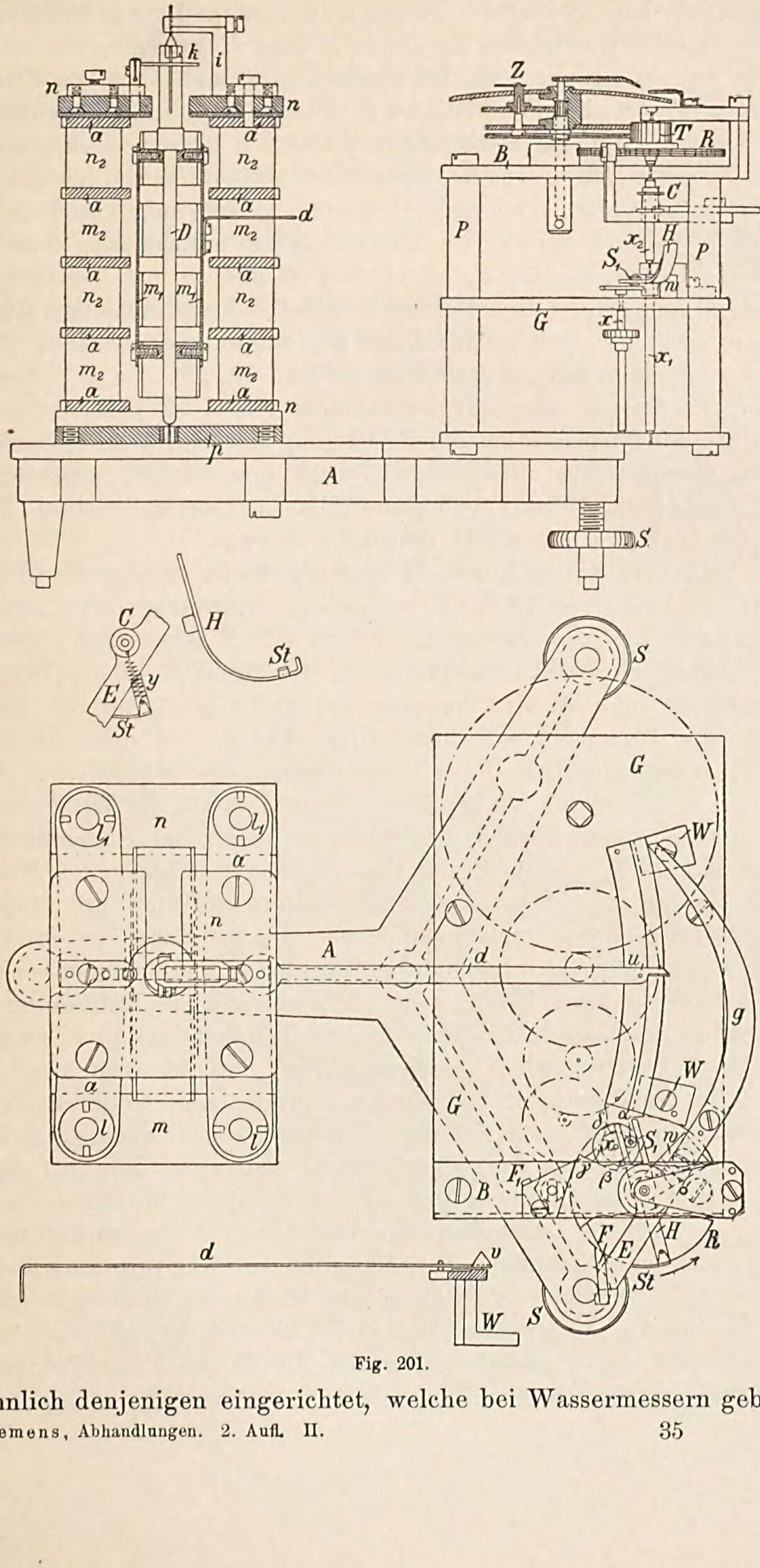


Fig. 201.

ist ähnlich denjenigen eingerichtet, welche bei Wassermessern gebräuch-

lich sind, und es darf die Einrichtung desselben wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Dasselbe wird ebenfalls durch die mit Pfeilern *PP* auf der oberen Gestellplatte befestigte Brücke *B* getragen.

Die Axe x_1 ist unten in der Gestellplatte und oben in dem auf der oberen Platte sitzenden Winkel w gelagert und trägt oberhalb der oberen Gestellplatte den zweiarmigen Hebel H, dessen nach oben gebogener Arm zur Befestigung der Spiralfeder y dient und seitlich mit einer Stütze *St* versehen ist. Der andere, gerade, gabelförmig gestaltete Arm des Hebels H_1 wird durch die Excenteraxe x gleichmässig hin- und herbewegt. Ueber der Axe x_1 ist in dem Winkel w und der Brücke B die Axe x_2 gelagert. — Ueber dieser befindet sich das mit feinen Zähnen versehene und mit dem in das Zählwerk eingreifenden Triebe T verbundene, auf einer kurzen Axe sitzende Rad R.

Auf der Axe x_2 sitzt ein zweiarmiger Hebel E, welcher in der Mitte mit einer Buchse C für die Befestigung der Spiralfeder y versehen ist. Das gerade Ende dieses Hebels trägt den Arm g, während das andere im rechten Winkel gebogene Ende an seinem oberen Theile die in das Rad R eingreifende Blattfeder F trägt.

So lange der Arm g keinen Widerstand findet, macht der Hebel E in Folge der von der Feder y ausgeübten Spannung die durch die Excenteraxe x bewirkte Bewegung des Hebels H mit. In der gezeichneten Stellung würde sich beispielsweise der Hebel H in der Pfeilrichtung bewegen, und da die Spannung der Feder y stärker ist als die Reibung der Feder F, so würde diese letztere auf dem durch die Feder F_1 gesperrten Rade R so lange gleiten, bis der Hebel g durch den Zeiger d Widerstand fände. Nimmt man z. B. an, die Welle x drehe sich umgekehrt wie ein Uhrzeiger, so würde der den Hebel H beeinflussende excentrische Stift S_1 von der in der Fig. 201 mit α bezeichneten Stellung aus die Punkte β, γ, δ passiren und alsdann in seine ursprüngliche Stellung zurückkehren. Setzt man ferner voraus, dass der durch die drehbaren Solenoide $bbcc$ beeinflusste Zeiger d sich mit seinem vorderen Ende — der schrägen Fläche v — in einer solchen Entfernung von dem in seiner Ruhelage befindlichen Arme g befindet, dass eine Bewegung des Stiftes S_1 von α nach β genügen würde, um den Arm g mit dem Zeiger d in Berührung zu bringen, so würde beim weiteren Drehen des Stiftes S_1 von β nach γ keine Bewegung des Armes g, sondern nur ein Anspannen der Feder y eintreten und wenn der Stift S_1 von γ nach δ sich bewegt, würde der Arm g ebenfalls in seiner vorigen Stellung — d. h. in Berührung mit dem Zeiger d — verharren und es würde nur eine allmähliche Entlastung der vorhin gespannten Feder y erfolgen. Bei der weiteren Drehung des Stiftes von δ nach α endlich legt sich der Anschlag *St* an den Hebel E und bewegt den Arm g nach rückwärts, wobei gleichzeitig durch die Feder F das Zahnrad R des Zählwerkes in Bewegung gesetzt wird. Die Wege α bis β und

δ bis α sind naturgemäss gleich und es wird somit das Rad R durch den Rückgang des Armes g um denselben Winkel gedreht, als wenn der Arm g während seiner vorwärts gerichteten Bewegung auf das Zählwerk einwirken würde. Diese Bewegung des Rades wird durch den Trieb T derart auf das Zählwerk übertragen, dass auf dem Zifferblatt, Fig. 202, der der Stellung des Zeigers d entsprechende Stromverbrauch für die Dauer einer Umdrehung der Axe x angezeigt wird.

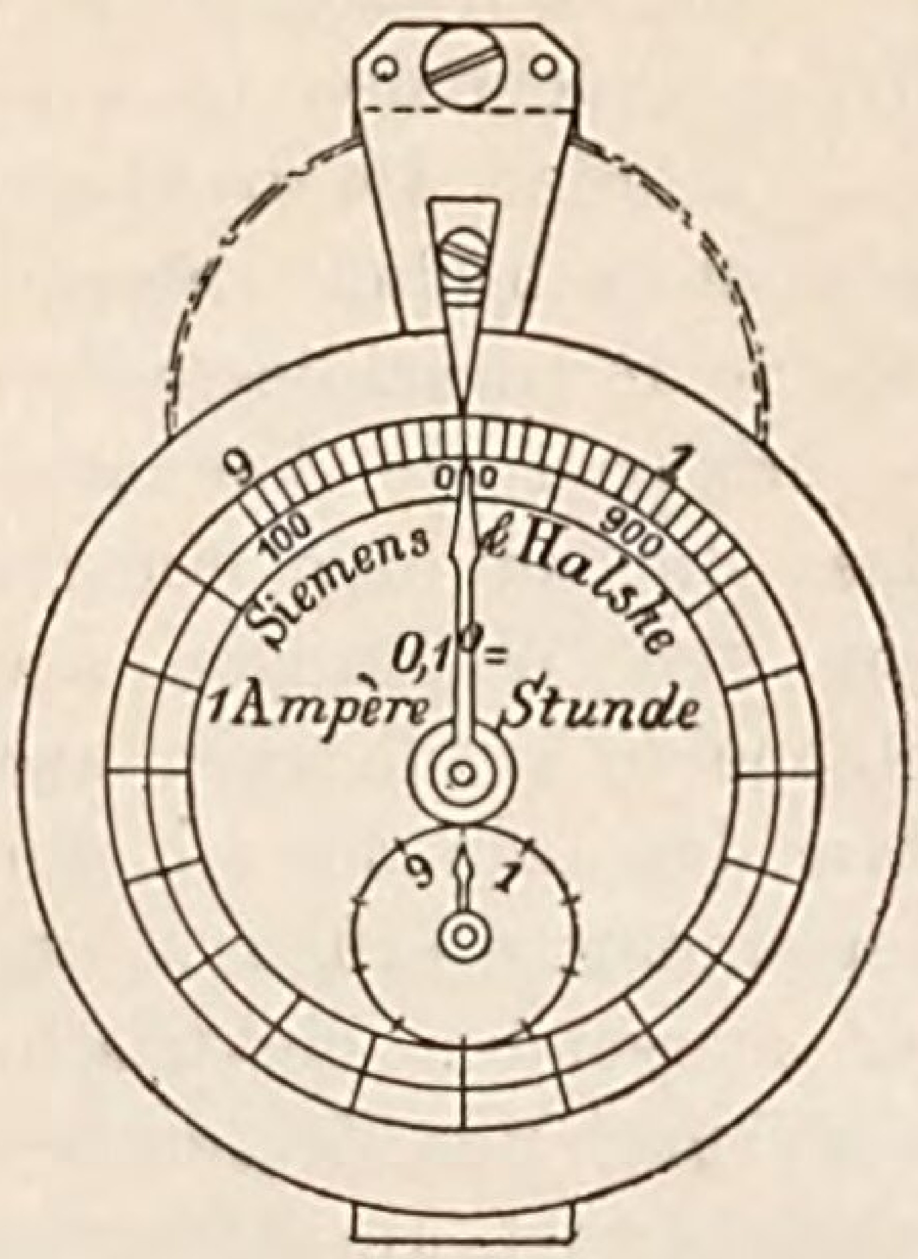
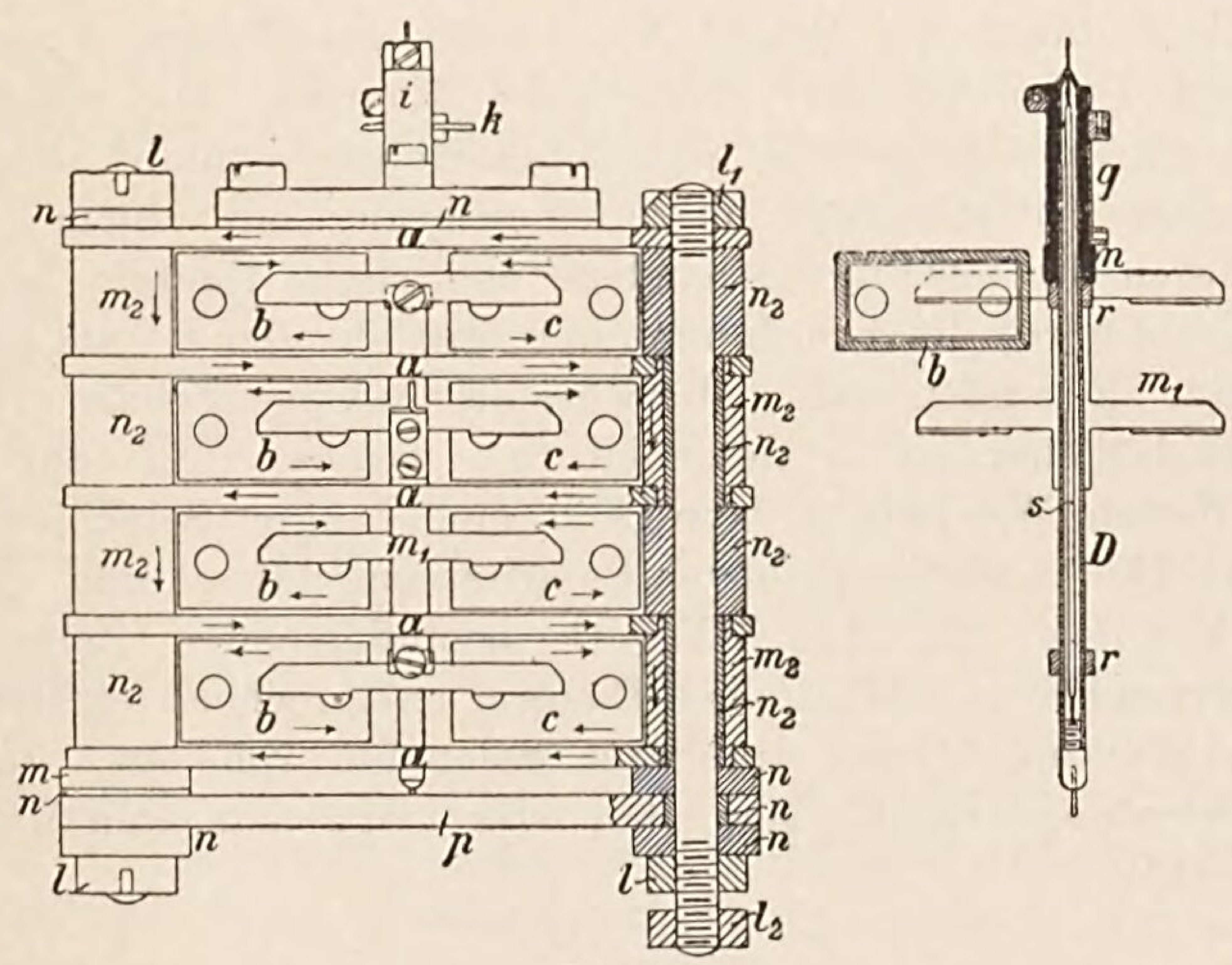


Fig. 202.

In Fig. 203 sind mit m Metalltheile, mit n dagegen isolirende Konstruktionstheile bezeichnet. p ist die auf dem Dreifuss A sitzende Grundplatte, auf welcher das aus den Kupferstreifen a und den Hülsen m_2 und n_2 bestehende Solenoid mit geringem Widerstand durch Bolzen und Muttern isolirt befestigt ist. — Bei l_1 ist Anfang und Ende der Windungen des Solenoides; durch die Muttern l_2 werden die Verbindungen nach aussen hergestellt. Von den Metallkreuzen m_1 werden die aus isolirender Masse bestehenden Drahtkästchen für die feinen Windungen mittelst der Schrauben und Zwischenstücke r zusammen-


Fig. 203.

gehalten, welche starr mit der hohlen Welle D verbunden sind. Ueber dem oberen Verbindungsstück r ist die Hülse q isolirt auf die Welle D geklemmt und dient durch die Feder k zur Weiterleitung der von dem Kästchen b kommenden Verbindung. Das andere Ende der Windungen

des schwingenden Solenoides wird von dem Kästchen *c* an das Metallkreuz m_1 und somit durch die Welle *D* und den Aufhängedraht *s* an den Winkel *i* geführt.

Die Wirkungsweise der vorbeschriebenen Anordnung von beweglichen Solenoiden ist die folgende:

Werden die drehbaren, hintereinander geschalteten Solenoide *b b c c* von abwechselnd entgegengesetzter Polarität, und ebenso die diese Solenoide umschliessenden Windungen von einem Strom durchflossen, so erfahren die Solenoide *b b c c* eine Ablenkung und zwar in der Weise, dass die auf der einen Seite der Welle *D* befindlichen Solenoide *b b* von den Windungen des Streifens *a* nach der einen Richtung, die Solenoide *c c* dagegen nach der anderen Richtung gedreht werden, so dass demnach der mit der Axe *D* fest verbundene Zeiger *d* eine Winkelverschiebung erfährt, welche in einem bestimmten Verhältniss zu der zu messenden elektrischen Energie steht. Durch diese Winkelverschiebung des Zeigers *d* wird, wie dies bereits im Hauptpatent beschrieben ist, die Bewegung des Hebels *g* der Menge des die Leitung *1*, *2* jeweilig durchfliessenden Stromes entsprechend begrenzt, und durch die Uebertragung dieser Bewegung auf ein Zählwerk die Energie angegeben, welche während eines bestimmten Zeitraumes diese Leitung durchflossen hat.

Patentanspruch.

Bei dem durch das Patent No. 50 623 geschützten Apparat zum Messen und Summiren der elektrischen Energie, bei welchem die Drehungswinkel eines passend gestalteten Hebels summirt werden, der in bestimmten Zeitintervallen bis zur Berührung mit einem in seiner Stellung durch die jeweilig vorhandene elektrische Energie bestimmten Zeiger gedreht wird: die Anordnung eines feststehenden — aus mehreren, übereinander liegenden und abwechselnd entgegengesetzt laufenden Windungen bestehenden — Solenoids (*a*), welches zwei oder mehrere zwischen diesen Windungen beweglich aufgehängte Solenoide (*b b c c*), von abwechselnd entgegengesetzter Polarität umschliesst und durch Ablenkung derselben den das Zählwerk beeinflussenden Zeiger *d* der jeweilig verbrauchten elektrischen Energie entsprechend einstellt, ohne dass die Ablenkung dieser drehbaren Solenoide von etwa ausserhalb des Apparates angebrachten Magneten oder magnetisirbaren Massen beeinflusst würde.

Anhang.

Positive Vorschläge zu einem Patentgesetz.

Denkschrift des Aeltestenkollegiums der Berliner Kaufmannschaft an den Königl. Preuss. Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

(Annalen des Norddeutschen Bundes und des Deutschen Zollvereins 1869, S. 41.)

1863.

Ew. Excellenz haben uns durch hohen Erlass vom 5. August 1863 zu einer ausführlichen gutachtlichen Aeusserung über die Frage aufgefordert, „ob, mit Rücksicht auf den gegenwärtigen Standpunkt der Industrie, es der durch Ertheilung von Patenten bezweckten Anregung des Erfindungsgeistes jetzt noch bedürfe, da sowohl das Preussische System der Patentgesetzgebung, als diejenigen anderer Länder erhebliche Nachtheile mit sich führten". Als Vertreter einer Korporation, welche ebenso gewichtige Handels- als industrielle Interessen in sich umfasst, haben wir uns angelegen sein lassen, die angeregte Frage einer eingehenden und vorurtheilsfreien Prüfung zu unterziehen und beehren uns in Nachfolgendem das Ergebniss unserer sorgfältigen Erwägungen vorzulegen.

Bei Beantwortung der Frage lassen sich verschiedene Standpunkte einnehmen; derjenige Standpunkt, von welchem aus die Verleihung von Patenten in der Regel vertheidigt, andererseits aber auch wieder — namentlich in neuerer Zeit — angegriffen wird, ist der der moralischen Berechtigung des Erfinders auf Schutz seines geistigen Eigenthums. Es lässt sich sicherlich nicht bestreiten, dass dieser Anschauungsweise eine gewisse Berechtigung zusteht. Wenn im Staate überhaupt Produkte der geistigen Thätigkeit, wie z. B. Kunstwerke, Schriften u. s. w. zu Gunsten des Urhebers vor unbefugter Vervielfältigung geschützt werden

und der Gesammtheit dadurch eine gewisse Art von Beschränkung auferlegt wird, so ist auch das Verlangen nicht unbillig, dass dieser Schutz auf möglichst alle Gebiete geistiger Produktion ausgedehnt werde, dass also namentlich Erfindungen im Gebiete der Technik, welche doch ebensogut wie schriftstellerische oder künstlerische Werke gewissermaassen als Ansammlung verwendeter Arbeit gelten dürfen, als wirkliches Eigenthum des Erfinders nicht allein zu betrachten, sondern auch zu behandeln seien. Ja, technischen Erfindungen steht ohne Zweifel noch eine grössere Berechtigung auf Schutz zu, da sie in der Regel auf kostspieligen Experimenten beruhen oder doch wenigstens derselben zur praktischen Ausführung bedürfen, in diesem Sinne also gleichzeitig als eine Ansammlung von Arbeit und von Kapital anzusehen sind.

Wir halten uns jedoch nicht für berufen, die Frage in diesem Sinne unserer Beurtheilung zu unterziehen. Auch möchte es zweifelhaft sein, ob die auf der Basis der moralischen Berechtigung ruhenden Argumente ganz entscheidend sind. Das Interesse der Gesammtheit bildet das höhere Gesetz, dem sich die Einzel-Interessen unterordnen müssen. Sollte nachgewiesen werden können, dass das Gemeinwohl durch Abschaffung der Erfindungspatente gefördert würde, so müssten die Erfinder, wenn sie sich nicht mit den Vortheilen begnügen wollen, die sich ihnen auch ohne Patentschutz möglicher Weise bieten, ihre Kraft anderer, mehr Lohn versprechender Arbeit widmen. Wir halten es daher für entsprechender, uns lediglich auf Beurtheilung und Beantwortung der Frage zu beschränken, ob es für das Gedeihen und die fernere Entwickelung der Industrie sowohl, wie des untrennbar in seinen Interessen mit ihr verbundenen Handels vortheilhaft ist oder nicht, wenn Erfindern ein ausschliessliches Eigenthumsrecht auf ihre Erfindungen gegeben wird.

Es kann nicht in Abrede gestellt werden, dass die Erfindungspatente eine Beschränkung der Industrie und des Handels, ja in einigen Fällen eine Belästigung für das ganze konsumirende und producirende Publikum bilden, diese Belästigung ist um so grösser, je weiter der Patentschutz ausgedehnt und je leichter derselbe zu erlangen ist, je länger die grosse Masse der unbedeutenden und nutzlosen Patente in gesetzlicher Geltung bleibt, endlich und hauptsächlich je schwerer es durch die Patentgesetzgebung dem Publikum gemacht wird, zu erkennen, was rechtsgültig patentirt ist und was nicht. Andererseits ist aber die Erscheinung, dass die rapide Entwickelung der Industrie in allen Zeiten und Ländern mit der Entwickelung der Patentgesetzgebung zusammenfällt, von hinlänglichem Gewicht, um das Princip des Patentschutzes aus dem Grunde, weil Patente unzweifelhaft lästig für das Publikum sind, nicht mit einigen gebräuchlichen, aber garnichts entscheidenden Phrasen abzuthun.

Betrachtet man den Patentschutz allein vom Standpunkt der Preussi-

schen und überhaupt der Zollvereins-Gesetzgebung, so fällt es freilich schwer, einen ursächlichen Zusammenhang zwischen beiden Entwickelungen zu erkennen. Die Patentgesetzgebung Preussens und des Zollvereins, obschon weit jünger als die der übrigen grossen Industriestaaten, hat gleichwohl dem Erfindungspatente seinen uranfänglichen Charakter, den eines Privilegiums, welches dem Erfinder als Belohnung für sein durch die Erfindung erworbenes Verdienst in Gnaden verliehen wird, wiedergegeben. Die Erfindung wird im Interesse ihres zu belohnenden Urhebers geheim gehalten und nur ihr Titel zur Warnung etwaiger Kontravenienten publicirt. Diesen Patenten gegenüber sind alle Gewerbetreibende in einer wahrhaft verzweifelten Lage, wenn sie ihren Betrieb vervollkommnen wollen. Fällt ihre Verbesserung mit dem Titel eines ertheilten Patentes zusammen, so schwebt dasselbe fortwährend als ein Damokles-Schwert über ihrem Haupte, da es für sie kein Mittel giebt, den Inhalt der Patentbeschreibung zu erfahren. Es bedarf einer umständlichen Eingabe an das Königliche Handels-Ministerium, um nach Verlauf längerer Zeit in Erfahrung zu bringen, ob die eingeführte Verbesserung einen Eingriff in ein bestehendes Patent bildet oder nicht. Jedenfalls laufen sie Gefahr, in verdriessliche Konflikte mit dem Patentträger zu gerathen und sowohl Mühe wie Auslagen umsonst verwendet zu haben. Es ist als ein Glück für die heimische Industrie zu betrachten, dass solche geheim gehaltene Patente nur in verhältnissmässig sehr geringer Zahl gegeben werden, da die technische Behörde, von deren subjektivem Belieben die Patent-Ertheilung ohne jede Kontrole abhängt, nur in verhältnissmässig seltenen Fällen dazu disponirt ist. Die Geheimhaltung der Preussischen Patente ist aber auch noch mit anderen, die Industrie-Entwickelung hemmenden Uebelständen verbunden. Da eine Königliche Behörde nur solche Erfindungen patentirt, welche sie dieser Wohlthat für würdig hält, so ist es natürlich, dass sich im Publikum die Meinung festsetzt, alle patentirten Erfindungen seien von grossem Nutzen und Werth — eine Meinung, welcher in der Regel später die bitterste Enttäuschung nachfolgt. Hat ferner der Erfinder die leicht zu umgehende Bedingung des Nachweises der geschehenen Ausführung erfüllt, so bleibt das Patent, trotzdem, dass es nirgends in Anwendung kommt und dem durch dasselbe zu belohnenden Erfinder nicht den geringsten Nutzen bringt, ungehindert bis zu seinem Ablaufe mit der vollen hemmenden und störenden Wirkung für das gewerbetreibende Publikum fortbestehen. Doch auch in günstigeren Fällen ist der Nutzen, den der Erfinder aus einem Preussischen Patent ziehen kann, fast immer ganz imaginär. Einmal ist die Dauer des Patents — fünf Jahre gewöhnlich —, die ebenfalls gänzlich von der nicht kontrolirten Willkür der technischen Deputation abhängt, fast immer, wenigstens bei bedeutenden Erfindungen, zu gering, um dieselben zur ausgedehnteren Anwendung zu bringen und einzubürgern. Es fehlt

dem Erfinder ferner ein gesicherter Rechtsschutz, da die Beurtheilung, ob ein Eingriff in seine Rechte stattgefunden hat oder nicht, wiederum dem ganz willkürlichen Arbitrium derselben technischen Deputation anheimfällt. Endlich macht in der Mehrheit der Fälle schon der Umstand ein Preussisches Patent fast werthlos für den Besitzer, dass die Einführung patentirter Fabrikate aus anderen Zollvereins-Staaten nicht verhindert werden kann. Man kann daher hinsichtlich der Patente in Preussen und den Zollvereins-Ländern dem allgemeinen Urtheile nur beipflichten, dass sie ein grosses Hemmniss für den heimischen Gewerbebetrieb bilden, ohne ihm dafür den geringsten Nutzen zu bringen, und dass sie ebensowenig den Erfindern von Vortheil sind, diese also nicht abhalten, ihre Ideen, ihre Arbeitskraft und ihr Kapital dem Vaterlande zu entziehen und sie dem lohnenderen englischen oder französischen Markte zuzuführen.

Handelte es sich daher nur um die Frage, ob das Preussische Patentgesetz in seiner jetzigen Gestalt fortbestehen solle oder nicht, so würden wir keinen Augenblick anstehen, uns für die vollständige Abschaffung desselben zu erklären.

Die Frage gestaltet sich aber ganz anders, wenn man die Patentgesetzgebungen aller übrigen grösseren industriellen Staaten in's Auge fasst.

Bekanntlich bestimmte schon das englische Parlament, als es im Anfange des 17. Jahrhunderts das unter Jacob I. zu einer unerträglichen Höhe gesteigerte Unwesen der persönlichen Privilegien abschaffte, dass fernerhin nur noch Privilegien für Erfindungen gegeben werden sollten, und zwar unter der Bedingung, dass die letzteren veröffentlicht würden. Diese Bedingung der Veröffentlichung des patentirten Gegenstandes ist in die Patentgesetzgebungen aller übrigen grösseren Staaten mit alleiniger Ausnahme Preussens und Russlands übergegangen und hat offenbar in ganz hervorragender Weise zu der schnellen Entwickelung der Industrie, welche in jener Zeit begann, beigetragen. In der That braucht man nur das Inhaltsverzeichniss der englischen Patente zu übersehen, um sich zu überzeugen, dass eine Fülle fruchtbarer Ideen von unermesslichem Werthe der Menschheit durch diesen Kanal zugeführt worden ist! Noch heutigen Tages bilden die Specifikationen der englischen, amerikanischen, französischen und österreichischen Patente den fast alleinigen Quell, aus welchem die technischen Journale aller Länder ihren Stoff schöpfen, noch heute ist die durch die Publikation der Patente bewirkte Verbreitung neuer Ideen das eigentlich treibende Rad, welches die Industrie aller Länder in ihrem rapiden Entwickelungsgange erhält! Dass vereinzelte Länder, wie die Schweiz, ohne Patentgesetz, dass Preussen mit seiner dem industriellen Fortschritt geradezu feindlichen Patentgesetzgebung sich trotz des mangelnden oder wenigstens ungenügenden Patentschutzes einer ähnlichen industriellen Ent-

wickelung erfreuen, wie jene älteren Industrie-Staaten, erklärt sich eben daraus, dass ihnen, wie überhaupt der ganzen Welt, die Patent-Publikationen zu Gebote gestanden haben, und kann nicht als Beweis gegen den unermesslichen Nutzen angeführt werden, den die Patente gewährt haben und in gleichem Maasse noch heute gewähren.

Es ist aber die Frage aufgestellt worden, ob die Patente, welche offenbar zur Entwickelung der Industrie, ähnlich wie in früheren Zeiten Zünfte und Sonder-Privilegien, wesentlich mitgewirkt haben, jetzt, nachdem die Industrie einmal ihre gegenwärtige Höhe erreicht hat, noch nothwendig und nicht durch die Konkurrenz und die erleichterte Kommunikation überflüssig geworden sind. Es ist namentlich darauf hingewiesen worden, dass in England selbst, der Wiege der Patentgesetzgebung, eine Bewegung entstanden sei, welche sich die Aufhebung derselben zum Ziel gesetzt hat.

Giebt man zu — und man wird es müssen, wenn man nicht thatsächliche Verhältnisse einfach negiren will — dass der ununterbrochene industrielle Fortschritt in jetziger Zeit die unerlässliche Bedingung des Gedeihens von Industrie und Handel ist, giebt man ferner zu, dass schnelle Verbreitung aller Ideen und Erfindungen, selbst der sogenannten unpraktischen und unanwendbaren, also nicht direkt nützlichen, die mächtigste Triebfeder ist, welche die Welt vorwärts treibt, so beschränkt sich die Frage darauf: giebt es andere einfachere und weniger lästige Mittel, um die Urheber von Erfindungen zu veranlassen, dieselben sogleich und vollständig zu veröffentlichen und dadurch die in ihnen liegenden neuen Gedanken zum Gemeingut zu machen? Diese Frage muss bestimmt verneint werden. Jeder Erfinder hat natürlich den Wunsch und das Bestreben, seine Erfindung, in der Regel das Resultat langer Arbeiten und oft kostspieliger Versuche, für sich selbst möglichst gewinnbringend zu machen. Erkennt ihm der Staat kein Eigenthumsrecht zu, so ist die Veröffentlichung seiner Erfindung das Ende seines Besitzes. Er sieht sich daher gezwungen, seine Erfindung möglichst geheim zu halten, um sie so für sich selbst auszunutzen. Ist er selbst Fabrikbesitzer oder hat er Lust und Mittel, es zu werden, so wird er, wenn die Art seiner Erfindung es irgend gestattet, dieselbe möglichst im Stillen und unter dem schützenden Mantel des Fabrikgeheimnisses zu verwerthen suchen; anderenfalls wird er unter dem Gelöbniss der Verschwiegenheit einen Anderen für seine Erfindung zu interessiren suchen, und wenn es ihm gelingt, wird er mit diesem vereint die geheime Ausbeutung beginnen. Die Erfahrung lehrt, dass solche Fabrikgeheimnisse in Ländern ohne gesicherten Patentschutz oder bei Fabrikaten, welche sich für die Patentirung nicht eignen, während ganzer Generationen bewahrt wurden. Damit geht aber nicht allein die betreffende Erfindung für die Welt auf lange Zeit verloren, sondern auch alle diejenigen, welche durch jene in anderen Köpfen hervor-

gerufen worden wären. Allerdings würden auch viele Erfindungen durch ihre Urheber selbst, wenn deren Ehrgeiz grösser ist, als ihr Egoismus, oder durch Untreue und Verrath doch endlich in die Oeffentlichkeit gelangen; doch wird dies immer nur in beschränktem Maasse, nach längerer Zeit und in unvollständiger Weise der Fall sein. Eine schnelle, vollständige und glaubwürdige Veröffentlichung, wie sie durch die Patentspecifikationen erzielt wird, würde auf keine andere Weise zu erlangen sein. Die in Folge der Patentgesetzgebung so ziemlich glücklich beseitigte Geheimnisskrämerei würde also wieder mächtig emporblühen und die lebendige, lebensfrische Entwickelung der Industrie unseres Jahrhunderts würde vollständig gebrochen werden. Es giebt kein anderes denkbares Mittel, dies zu vermeiden, als den Urheber einer Erfindung durch sein eigenes Interesse zur Veröffentlichung derselben zu nöthigen — und dies ist die wahre, rationelle Grundlage eines zweckmässigen Patentgesetzes. Das Patent ist nach dieser Anschauungsweise ein wirklicher Kontrakt zwischen Staat und Erfinder: jener als Vertreter der Interessen der Gesammtheit, gewährt diesem auf eine Zahl von Jahren, welche nur so gross zu bemessen ist, als es die Erreichung des Zweckes erfordert, das alleinige Dispositionsrecht über dessen Erfindung; dieser übernimmt dagegen die Verpflichtung, die in ihr liegenden neuen Gedanken sofort und vollständig durch Veröffentlichung zum Gemeingut zu machen. Es ist Sache der Gesetzgebung, dafür zu sorgen, dass die Gesammtheit aus diesem Kontrakt den möglichst grossen Nutzen zieht.

Doch auch abgesehen von der Veröffentlichung erwachsen der Gesellschaft aus der Verleihung des Eigenthumsrechtes an den Erfinder auf eine begrenzte Reihe von Jahren noch wesentliche Vortheile. Nur in den seltensten Fällen ist eine Erfindung in ihrer ursprünglichen Gestalt brauchbar, gewöhnlich und namentlich bei den am meisten eingreifenden und von dem Bekannten und Erprobten abweichenden Erfindungen ist noch eine lange Reihe von Experimenten, ein grosser Aufwand von Zeit, Arbeit und Kapital nothwendig, um die allem Neuen entgegentretenden Schwierigkeiten zu beseitigen und der Erfindung eine praktisch brauchbare Form zu geben. Nur Aussicht auf bedeutenden Gewinn kann zur Aufwendung dieser grossen Opfer anspornen. Durch den Patentschutz auf eine Reihe von Jahren in Verbindung mit der Vaterliebe, die jeder Erfinder für seine Idee in sich trägt, wird derselbe ein natürlicher Vormund und Sachwalter seiner Erfindung; fehlt es ihm selbst an den nöthigen Mitteln, so schafft sie ihm der Besitztitel auf seine Erfindung; er erhält Kapitalien, um die nöthigen Versuche zur Ausführung zu machen, gegen die Zusicherung eines Antheils am künftigen Gewinn. So gelang es Watt in Folge seines 14jährigen Patentes, den reichen Bolton als Theilnehmer zu gewinnen; freilich gehörte Bolton's ganzes Vermögen

und 15jährige Arbeit dazu, um die grössten entgegenstehenden Schwierigkeiten zu überwinden, und nur die Verlängerung des Patentes um weitere 14 Jahre durch eine Parlamentsakte brachte ihnen den verdienten Lohn. Aber wären auch beide darüber zu Grunde gegangen, so hätte die Welt doch die Dampfmaschine gehabt und mit ihr den Eingang in eine neue Entwickelungsperiode der Industrie von nie geahntem Glanze gewonnen. Solcher Fälle lassen sich unzählige aufführen, wo langjähriges, zähes, durch Aussicht auf künftigen, bedeutenden Gewinn genährtes Festhalten und Fortarbeiten an einer Idee, die anfangs vage und werthlos erschien, endlich gekrönt wurde durch eine wichtige, ganze Industriezweige neu belebende Erfindung. Nicht in den Ideen, die oft unbeachtet verhallen, sondern in ihrer mühsamen und vollständigen Durcharbeitung liegt das wahre Verdienst und der Nutzen der Erfindung für die Welt. Wie oft sind wirklich gute Vorschläge gemacht worden und unbeachtet geblieben, weil es eben nur Vorschläge waren; nach Jahren von einem zäheren Erfinder wieder hervorgesucht oder von Neuem aufgefunden, führten dieselben Gedanken zu den glänzendsten Erfolgen! Wem fiele hierbei nicht als Beispiel die vor vielen Jahren schon in unserem Vaterlande gemachte, aber erst in der Jetztzeit verwerthete Entdeckung der Anilinfarben ein?

Es mag zugegeben werden, dass die Gesammtarbeit Aller im Laufe der Zeit dieselben Ziele erreichen wird, wenn nach Beseitigung der Patente der Erfinder selbst durch sein materielles Interesse nicht mehr den nöthigen Impuls und die erforderlichen Hülfsmittel zu dieser beschwerlichen und in der grossen Mehrheit der Fälle undankbaren Arbeit findet, jedenfalls aber wird die dazu nöthige Zeit, die darauf verwendete Arbeitskraft und das verbrauchte Kapital unvergleichlich viel grösser sein.

Man wendet dagegen ein, dass in der Zeit, während welcher die Erfindung ein Sonder-Eigenthum des Erfinders sei, der Gesammtheit doch die Vortheile derselben entzogen würden; doch auch hier fällt das wohlverstandene Interesse des Erfinders mit dem allgemeinen zusammen. Die enorme Entwickelung der Fabrikation in fast allen Branchen der Technik macht es dem Besitzer eines nützlichen Patentes fast immer weit vortheilhafter, die Erfindung gegen Zahlung eines kleinen Gewinnantheils oder einer festen Kaufsumme allen denen zugänglich zu machen, welchen sie Nutzen bringen kann. Nur sehr selten wird daher in Ländern, wo ein gesicherter Patentschutz besteht, der Erfinder seine Erfindung allein ausbeuten; er wird im Gegentheil fast immer eifrig bestrebt sein, dieselbe zur allgemeinen Einführung zu bringen. Die Zeit der Patentdauer geht daher für die Gesammt-Industrie keineswegs verloren, der betreffende Industriezweig wird im Gegentheil unter dem Schutz des Patentgesetzes schnell mit der neuen Erfindung vertraut gemacht, während in Ländern, wo keine Patente existiren, jeder selbst

die nöthigen Versuche mit neuen Erfindungen anstellen und dabei ausser dem Zeitverlust gewöhnlich weit höheres Lehrgeld zahlen muss, als das Honorar beträgt, welches der Erfinder für sich in Anspruch nimmt. Die Erfahrung lehrt auch fast überall, dass neue Erfindungen sich am schnellsten da einbürgern, wo der durch ein Patent geschützte Erfinder für die Einführung derselben wirkt und den Schatz seiner gesammelten Erfahrungen Allen zugänglich macht. Alle, welche nun die neue Erfindung ausführen, werden zu Mitarbeitern an der Vervollkommnung derselben, und dadurch erhält der betreffende Industriezweig einen Vorsprung vor dem anderer Länder, der oft schwer oder nie wieder einzubringen ist und in letzteren schon häufig blühende Industriezweige und wichtige an sie geknüpfte Handels-Interessen völlig zu Grunde gerichtet hat.

Wenn trotzdem, dass ein Patentgesetz, welches dem Erfinder unter der Bedingung der Veröffentlichung seine Erfindung als ausschliessliches Eigenthum auf eine Reihe von Jahren zuerkennt, offenbar der Industrie des Landes hervorragende Vortheile gewährt, gerade in dem Lande, in welchem diese Einrichtung am längsten bestanden hat, in England, eine Bewegung entstanden ist, deren Ziel die Beseitigung dieser Einrichtung ist, so kann man von vornherein überzeugt sein, dass Fehler der Gesetzgebung vorliegen müssen, welche die Belästigung des Publikums durch die Patente unnöthig erhöht haben, und dass jene Bewegung als wirkliche Folge nicht die Aufhebung, sondern die Verbesserung des Gesetzes haben wird. England, welches sein grosses industrielles Uebergewicht grösstentheils dem Umstande verdankt, dass es zuerst und lange vor allen anderen Staaten ein Patentgesetz gehabt hat, kann und wird die Erfindungspatente nie beseitigen, wohl aber wird es sein Patentgesetz reformiren. Es hat schon vor einigen Jahren damit begonnen, indem es den Grundsatz der mit der Dauer des Patentes steigenden Abgaben des Erfinders an den Staat angenommen hat. Nach dem älteren englischen Patentgesetze wurden Patente ohne Prüfung irgend welcher Art gegen eine sofortige bedeutende Bezahlung auf die Dauer von 14 Jahren ertheilt. Man kann annehmen, dass nur etwa 5 % der in England genommenen Patente sich in ihrer ursprünglichen Form praktisch bewährt haben und für den Patentträger einträglich geworden sind. Die Patente waren einmal genommen und bezahlt und blieben während der ganzen 14 Jahre eine Last für das Publikum. Bei der grossen Zahl der allen Erfindern der Welt in England verliehenen Patente musste diese todte Last mit der Zeit unerträglich drückend werden. Dazu kommt, dass das englische Gesetz den Erfindern gestattet, ihren Ansprüchen eine ungebührlich breite Basis zu geben, indem sie jede mögliche Verbesserung oder Anwendung ihrer Erfindung oder nur eines Theils derselben im Voraus mit Beschlag belegen dürfen. Daraus ist nun mit der Zeit ein Chaos von

Ansprüchen entstanden, aus dem nur gewiegte Rechtsverständige sich zur Noth herausfinden können. Durch Einführung der steigenden Abgaben-Skala ist es jedoch schon in den letzten Jahren dahin gekommen, dass nur ein kleiner Theil der genommenen Patente das dritte und gar nur 5 bis 10 % das sechste Jahr überleben. Eine weitere Verbesserung des Gesetzes zur Erleichterung des Publikums ist aber trotzdem noch unabweislich nothwendig, und allem Anschein nach wird die jetzige gegen die Patentgesetzgebung gerichtete Bewegung diese Folge haben.

Ein ähnliches Verhältniss findet in Frankreich statt, wo sich ebenfalls eine Reaktion gegen die Ueberfluthung des Publikums mit nutzlosen, aber desto lästigeren Patenten gebildet hat. Das unwirthschaftliche Princip des geistigen Eigenthums hat die Gesetzgebung dort verleitet, die Patenterlangung zu sehr zu erleichtern und nicht hinlänglich wirksame Mittel anzuwenden, um die todte Last der nutzlosen Patente zu beseitigen. Angebot und Nachfrage muss auch hier den Preis reguliren, welchen die Gesammtheit den Erfindern für die Veröffentlichung ihrer Ideen und ihrer Erfahrungen und für die Opfer zahlt, welche sie der Durchführung und Verbreitung ihrer Erfindungen bringen — der Preis ist zu hoch und muss ermässigt werden, wenn der Andrang zu lästig wird. Ein Grund zur gänzlichen Beseitigung des Geschäftes selbst, aus welchem allen übrigen frische Lebenskraft zuströmt, kann darin aber nie gefunden werden.

Es bliebe endlich noch die Frage zu erörtern, ob Preussen nicht den älteren grossen Industriestaaten und vielleicht auch künftig den bisherigen Genossen des von ihm in's Leben gerufenen irrationellen geheimen Patentwesens im Zollverein überlassen könnte, für die Veröffentlichung der Erfindungen durch gewährten Patentschutz Sorge zu tragen, und wie bisher die Schweiz, Mecklenburg und die Hansestädte ohne jede eigene Patentgesetzgebung die Wohlthaten der in anderen Staaten bestehenden mitgeniessen könnte. Abgesehen von der Gehässigkeit, ja man kann sagen, der Unmoralität des Ausschlusses eines grossen Handels- und Industriestaats, wie das an der Spitze des Zollvereins stehende Preussen, von den Lasten, welche sich die übrige civilisirte Welt durch die Patentgesetzgebung selbst auflegt, um alle neuen Gedanken und technischen Erfahrungen möglichst schnell und möglichst vollständig zu ihrem Gemeingut zu machen, — abgesehen davon würde ein solches isolirtes Vorgehen Preussens, wie schon nachgewiesen, auch mit grossen direkten materiellen Nachtheilen verbunden sein. Ein kleiner Staat mit einer auf wenige abgeschlossene Fabrikationsbranchen beschränkten Industrie könnte ein solches System vielleicht ohne direkt erkennbaren Nachtheil längere Zeit durchführen; ein grosser Industriestaat muss aber nach der Führung streben und sie, in einzelnen Zweigen wenigstens, auch faktisch erringen, wenn er nicht immer mehr und

mehr zurückbleiben will. Denn nur das Bewusstsein der Ueberlegenheit oder wenigstens Ebenbürtigkeit zieht die Kapitalien und die Intelligenz in seine Dienste, eröffnet seiner Industrie die Quellen des Weltmarktes und giebt ihr auf demselben die nöthige Sicherheit zur Bekämpfung der allseitigen Konkurrenz.

Wir glauben im Vorstehenden nachgewiesen zu haben, dass die Erfindungspatente mit obligatorischer Publikation ihres Inhalts eine unentbehrliche Bedingung des Gedeihens und Fortschritts von Industrie, Gewerbe und Handel bilden, dass grössere Industrie treibende Staaten oder Staatenkomplexe ohne wesentlichen Nachtheil die Patentgesetzgebung nicht beseitigen können, und dass die in neuerer Zeit aufgetretene Agitation für gänzliche Beseitigung derselben theils auf unrichtigen Anschauungen über die wahre Bedeutung der Erfindungspatente und ihren Nutzen beruht, theils und zwar überwiegend eine Folge der vorhandenen Mängel der Patentgesetzgebungen ist und die Verbesserung derselben zur wahrscheinlichen Folge haben wird.

Nach unserer Ansicht muss ein zweckmässiges Patentgesetz in erster Linie die schnelle, zuverlässige und vollständige Veröffentlichung des Gegenstandes der Patentirung bewirken, es muss ferner den Erfinder durch sein eigenes Interesse nöthigen, der Ausbildung, praktischen Durchführung und allgemeinen Einführung seiner Erfindung Zeit und Mittel zu widmen; es muss ihn endlich befähigen, anderweitige geistige und materielle Kräfte seiner Erfindung dienstbar zu machen. Zu gleicher Zeit muss es aber auch verhindern, dass sich ein drückender und gemeinschädlicher Ballast unhaltbarer und werthloser Patente ansammle. Diese Wirkung des Gesetzes wird theilweise schon dadurch erzielt, dass das früher erwähnte System der progressiven Abgaben eingeführt wird: denn ist eine Erfindung wirklich von keinem praktischen Nutzen, wird der Erfinder von der Nutzlosigkeit seines Patentes auch bald überzeugt sein und wird sich alsdann hüten, weitere — und noch dazu verstärkte — Taxen für dasselbe zu bezahlen. Ausserdem bietet sich in einer Einrichtung, deren Grundzüge sich in dem Amerikanischen Patentgesetz vorfinden, noch ein zweites passendes Mittel dar, die lästige Menge werthloser Patente zu verringern. Es besteht dies darin, dass jedes angemeldete Patent vor der formellen Ausfertigung und Publikation der Beurtheilung einer Behörde unterzogen wird, welche die formelle und sachliche Gültigkeit desselben zu prüfen hat. Ergiebt diese Prüfung, dass das Patent aus irgend welchem Grunde unhaltbar sein und eine nutzlose Last für Publikum und Erfinder bilden würde, so hat die Behörde dem Erfinder die Zurückziehung seines Gesuches unter kurzer Darlegung der Gründe anzurathen. Folgt der Erfinder diesem Rathe nicht binnen einer bestimmten Frist, so wird das Patent ausgefertigt und mit dem abrathenden Urtheile der Behörde publicirt.

Das Urtheil der Untersuchungs-Behörde hat bei diesem Verfahren also keinen entscheidenden Einfluss auf die Ertheilung des Patentes, das Princip des Anmeldeverfahrens bleibt im Gegentheil vollständig in Geltung, gleichwohl wird der bedeutendste Nachtheil des Anmeldeverfahrens durch seine Kombination mit dem vorgeschlagenen konsultativen Voruntersuchungs-Verfahren beseitigt. Gewöhnlich wird der Erfinder durch eigene Prüfung des Urtheils der Behörde zu der Einsicht gelangen, dass er im Irrthum war, und sein Patentgesuch zurückziehen. Anderenfalls wird das Publikum durch das abrathende Urtheil auf die formellen oder materiellen Mängel des Patentes hingewiesen; dasselbe verliert also seine hemmende Wirkung auf den Gewerbebetrieb. Da der Erfinder aber durch einen Process, den er gegen einen Kontravenienten einleitet, die Frage: ob sein Patent formell und sachlich begründet ist oder nicht, jederzeit zur richterlichen Entscheidung bringen kann, so verliert die Voruntersuchung durch die Behörde den Anschein der Willkür, der ihr stets anhaften wird, wenn durch sie die Frage endgültig entschieden wird. Der auf Grund des Gutachtens vereidigter Sachverständiger gefällte Richterspruch wird den Patentinhabern wie dem Publikum das Gefühl des sicheren Rechtsschutzes gewähren, und wenn, wie zu erwarten ist, der Richterspruch in der grossen Mehrzahl der Fälle das Urtheil der Untersuchungsbehörde bestätigt, so kann das Ansehen derselben dadurch nur gewinnen. Um dies zu erreichen, wird sie sich darauf beschränken, nur da ein abrathendes Urtheil zu fällen, wo die Unhaltbarkeit des angemeldeten Patentes klar vorliegt, und es in zweifelhaften Fällen den Parteien überlassen, ihre Ansprüche vor dem Richter zur Geltung zu bringen, welchem das Recht, Sachverständige in beliebiger Anzahl vor sein Forum zu ziehen, mehr und zuverlässigere Mittel in die Hand giebt, ein wohlbegründetes und gerechtes Urtheil zu finden, wie sie einer Verwaltungs-Behörde zu Gebote stehen.

Wir glauben annehmen zu dürfen, dass eine auf dieser Grundlage beruhende Patentgesetzgebung um so vollständiger dem wahren Interesse und Bedürfniss der Industrie und des Handels sowohl wie des Publikums überhaupt entsprechen werde, je grösser das Ländergebiet ist, in welchem sie zur Geltung kommt, und fassen unser Gutachten in folgende von unserem Kollegium einstimmig angenommene Punkte zusammen:

1. Das in Preussen geltende System geheim gehaltener, auf Grund einer amtlichen Voruntersuchung ertheilter Patente verwerfen wir unbedingt und befürworten die baldmöglichste Beseitigung dieses Gesetzes.
2. Dagegen erachten wir die Ertheilung von Erfindungspatenten mit unbedingter Publikationsverpflichtung für unentbehrlich und

können daher die Abschaffung der Erfindungspatente überhaupt nicht befürworten.

3. Als das zweckmässigste Patentgesetz erachten wir ein solches mit Anmeldeverfahren, konsultativer Voruntersuchung, richterlichem Schutz des Erfinders wie des Publikums.
4. Wir empfehlen Patentabgabensystem mit steigender Skala.
5. Wir können nur in einem internationalen oder doch mindestens das ganze Zollgebiet umfassenden, einheitlichen Patentgesetze mit gemeinschaftlichen Institutionen einen völlig befriedigenden Abschluss dieser schwierigen und für die fernere gedeihliche Entwickelung der Industrie und des Handels überaus wichtigen Frage erkennen.

Denkschrift betreffend die Nothwendigkeit eines Patentgesetzes für das Deutsche Reich.

1876.

Der mächtige Aufschwung, den die deutsche Industrie in den letzten Decennien erfahren hat, beruht wesentlich auf zwei Factoren: der Nachahmung fremder Erfindungen und dem billigen Arbeitslohne. Sie war, mit Ausnahme einiger Zweige, denen die in Deutschland hoch entwickelten Naturwissenschaften zur Grundlage dienten, zu wenig intelligent, zu jung und zu arm, um in originellen und hervorragenden Schöpfungen mit den Industrien der älteren Industriestaaten wetteifern zu können. Es war daher ihr naturgemässes Bestreben, nicht neu zu schaffen, sondern nachzuahmen, und mit Hülfe ihrer billigeren Arbeitslöhne die nachgeahmten Fabrikate billig herzustellen. Die publicirten Patentspecifikationen jener Länder gewährten ihr für diese Nachahmung reiches Material, und wo dies nicht ausreichte, wurde die Auskundschaftung der Fabrikationseinrichtungen und Methoden derselben mit Unterstützung der Regierungen systematisch betrieben. Es gelang der deutschen Industrie auf diesem Wege der fremden nicht nur in Deutschland, sondern selbst auf dem Weltmarkte erfolgreiche Konkurrenz zu machen und sogar durch vermehrten Export von Fabrikaten die durch die fortschreitende Verminderung des Exports deutscher Rohprodukte gestörte Handelsbilance vorübergehend wieder herzustellen. Die sehr mangelhafte und unwirksame Patentgesetzgebung der einzelnen deutschen Staaten kam ihr dabei zu statten, da die kostenfreie Nachahmung dadurch erleichtert wurde.

Die nothwendige Folge dieses Entwickelungsganges der deutschen Industrie war die, dass die deutschen Fabrikate sowohl im Inlande wie im Auslande den Ruf billiger aber schlechter Waare erhielten, und dass Gewerbetreibende, welche ausnahmsweise gute Waaren fabricirten, sich vielfach genöthigt sahen, ihre Fabrikate, um einen entsprechenden Preis zu erzielen, unter ausländischer Firma auf den Markt zu bringen.

Durch das englische Verbot der Einfuhr von Fabrikaten mit dem Stempel englischer Firmen und die Handelsverträge wurde dieser für den Ruf der deutschen Industrie verderblichen Praxis zwar erfolgreich entgegengewirkt, die Missachtung des deutschen Fabrikats blieb aber bestehen und machte jede eintretende Krisis für Deutschland viel tiefer eingreifend, weil bei sehr verminderter Nachfrage nur die renommirten Firmen und besten Fabrikate noch Absatz fanden.

Einen ersten, schweren Stoss erhielt dies deutsche industrielle System durch die, namentlich von Amerika ausgegangene Vervollkommnung der Arbeitsmaschinen und die darauf basirte Massenfabrikation durch Maschinen. Da diese Fabrikation nicht nur weit billiger ist als die Leistungen der Handarbeit, auch bei sehr billigem Arbeitslohne, sondern auch vollkommenere Produkte liefert wie diese, so ist keine Konkurrenz mit ihr möglich. So hat Amerika unter Anderem mit seinen Nähmaschinen die Welt überschwemmt und konkurrirt jetzt sogar erfolgreich und selbst in Deutschland mit dem Schwarzwalde in billigen Uhren von unvergleichlich besserer Qualität. Solche auf Massenfabrikation basirte Specialfabriken stützen sich fast ohne Ausnahme auf neue, im betreffenden Lande patentirte Erfindungen und sind nicht nachzuahmen, da die Kosten der Einrichtung und des Betriebes sowie das Risiko zu bedeutend sind und der gewonnene Vorsprung in der Occupirung des Marktes nur sehr schwer zu überwinden ist.

Den zweiten, geradezu tödtlichen Stoss erhielt die deutsche Exportindustrie durch die schwindelhafte kurze Blüthe der Gewerbthätigkeit und Spekulation, welche die grossen politischen Ereignisse der Neuzeit, der Klang der Milliarden, das ungesund entwickelte Kreditsystem und der zu unberechtigter Höhe gesteigerte innere Konsum des Landes hervorriefen. Mit dem dadurch herbeigeführten beträchtlichen Fallen des Geldwerthes in Deutschland war nothwendig eine entsprechende allgemeine Steigerung des Arbeitslohnes verbunden und damit die hauptsächliche Grundlage unserer Exportindustrie geschwunden. Dagegen kann weder Schutzzoll, der niemals exportfähig machen kann, noch Zurückschrauben des Arbeitslohnes auf die frühere Höhe, die erst nach eingetretener Verarmung des Landes durchführbar sein würde, Hülfe bringen. Erst wenn es uns gelungen sein wird, die heimische Industrie in Leistungen und Ansehen der fremden ebenbürtig zu machen, können wir auf Wiederherstellung unserer Exportfähigkeit rechnen. Dies ist nur erreichbar durch Vermehrung und Stärkung der geistig schaffenden und neubildenden Kräfte, die in der Industrie thätig sind, sowie durch Hebung der Solidität und Redlichkeit der Gewerbthätigkeit und des Handels.

Diese nothwendigen Bestrebungen werden von unsern Staatseinrichtungen und Verwaltungsmaximen nicht nur nicht begünstigt, diese

letzteren haben im Gegentheil die ungünstige Richtung, welche die Entwickelung unserer Industrie eingeschlagen hat, wesentlich mit verschuldet. Dies im Einzelnen nachzuweisen, würde hier zu weit führen. Es soll daher nur auf den bezeichnenden Umstand hingewiesen werden, dass in den älteren Industriestaaten, namentlich in England, der durch hervorragende technische Leistungen aus der Industrie selbst hervorgegangene Civil-Ingenieur eine hohe sociale Stellung hat, einen gewichtigen Einfluss auf die Staatsverwaltung in allen technischen Angelegenheiten ausübt und zu den höchsten Ehrenstellen des Staates berufen wird, während bei uns die Industrie nur als Erwerbsthätigkeit betrachtet wird und ohne Ansehen und Einfluss ist. Bei uns ist im Staatsorganismus kein Platz für den Civil-Ingenieur und überhaupt den wirklichen Techniker, bei uns ist der Baumeister das technische Organ der Staatsverwaltung, das allein für geeignet gehaltene Material, aus dem der Staat seine technischen Würdenträger, Berather und Beamten bildet; bei uns muss man Architektur studiert haben, nicht nur um, wie in anderen Ländern, Paläste und Wohnhäuser, sondern auch um Strassen, Brücken und Kanäle, sowie Eisenbahnen und Telegraphen zu bauen. Nicht einmal die Anlage der eigenen Fabriken ist der Industrie bei uns überlassen, ohne vorschriftsmässige Mitwirkung und Kontrole des Baumeisters, dessen Anordnungen und Entscheidungen sie sich überall unterwerfen muss. Dass diese Zersplitterung des Studiums zur Viel- und Halbwisserei führen muss und weder tüchtige Architekten noch Ingenieure heranbilden kann, ist wohl selbstverständlich.

Leider ist die sociale und staatliche Missachtung der Industrie gegenwärtig nicht ohne Berechtigung. Die wenigen durch Kenntnisse und hervorragende eigene Leistungen emporgekommenen Techniker, welche sie noch aufzuweisen hat, ziehen sich missmuthig und gleichgültig von öffentlichen Angelegenheiten zurück, während die Mittelmässigkeit sich, wie überall, vordrängt. Wie sollen aber tüchtige und talentvolle Kräfte der deutschen Industrie erhalten bleiben und in ihr emporkommen, wenn ihre Leistungen ohne Anerkennung und ihre geistige Arbeit ohne Schutz bleibt? Wie sollen Specialfabriken für Massenfabrikation, die wahrscheinlich neben der Hausindustrie künftig die Grundlage unserer ganzen Industrie und namentlich unseres Exports bilden werden, entstehen, wenn die Schutzlosigkeit der Erfindungen im Vaterlande die Kapitalisten verhindert, die Mittel zur Ausbildung der Erfindungen und zur Anlage von Specialfabriken zur Nutzbarmachung derselben herzugeben, und die Erfinder selbst in's Ausland treibt? Talentvolle deutsche Techniker findet man zwar nicht viel in Deutschland, desto mehr aber in England, Amerika und anderen industrietreibenden Ländern, wo sie wesentlich dazu beitragen, dem eigenen Vaterlande die Konkurrenz mit dem Auslande unmöglich zu machen.

Die theoretische Volkswirthschaft behauptet zwar: die Patente be-

günstigten die Erfindungen nicht und brächten den Erfindern keinen Nutzen; die Ausbildung und Einführung der Erfindungen würde schneller und besser durch die ungehinderte „Arbeit Aller“, wie durch den Erfinder selbst bewirkt. Auf dem praktischen Gebiete sind dies Trugschlüsse, die sich selbst widerlegen. Zum Erfinden gehören zunächst erfindungsreiche Köpfe, die nur da sich entwickeln und bleiben, wo sie günstigen Boden und Schutz ihrer Arbeit finden. Ob Patente ihnen wirklich Nutzen bringen oder nicht, ist dabei ganz unerheblich. Sie glauben es und gehen dahin, wo ihnen Patente gegeben werden und wo sie die besten Aussichten haben, sich emporzuarbeiten, sind auch wohl selbst die kompetentesten Richter über ihr eigenes Interesse. Dass die „Arbeit Aller“ die Erfindungen am schnellsten und besten entwickelt und einführt, ist ein thatsächlicher Irrthum, wie schon dadurch bewiesen wird, dass der technische Fortschritt stets in den Ländern am regsten gewesen ist, in denen die Erfindungen am besten geschützt wurden. Volkswirthschaftliche Theoretiker, die nicht mit der Industrie praktisch vertraut sind, gehen gewöhnlich von der falschen Ansicht aus, dass eine Erfindung nichts als ein müheloser Einfall sei, und bringen sie in einen gewissen Gegensatz zur Arbeit. Sie verwechseln dabei Idee mit Erfindung. Die Idee ist an sich ohne reellen Werth, sie bekommt denselben erst nach Durchlaufung eines mühsamen, kostspieligen und häufig für den Erfinder gefährlichen Weges, auf dem sie erst zur patentfähigen Erfindung ausgearbeitet werden muss. Es ist dies ungefähr derselbe Weg, den die Konception eines Kunstwerkes bis zur Ausführung desselben zu durchlaufen hat. Für die Erfindungen beginnen aber nach dieser Durchführung erst die grössten Schwierigkeiten; sie müssen die Feuerprobe der Praxis bestehen, bei der die weit überwiegende Mehrzahl wieder ihren Untergang findet. Dann haben sie noch den allerschwersten Kampf zu bestehen gegen Gewohnheit, Vorurtheil und die träge Macht des Bestehenden, das sie zerstören müssen, um sich Platz zu verschaffen. Die „Arbeit Aller“ kann dies alles nicht leisten, sie würde auch nur bewirken, dass diese „Alle“ gleichzeitig denselben mühevollen und kostspieligen Weg durchlaufen müssten, würde also gewiss sehr unwirthschaftlich sein! In der Regel vermag nur die Vaterliebe des Erfinders, verbunden mit der Aussicht auf künftige grosse Ehre und grossen Gewinn, die nöthige Menge von aufopfernder Arbeit und von Geldmitteln zu beschaffen, die zur Durch- und Einführung einer bedeutenden Erfindung nothwendig ist. Es erklärt sich daraus auch das Gefühl der Erbitterung über erlittenes Unrecht, welches jeden Erfinder ergreift, wenn seine Erfindung, das Schmerzenskind schwerer Mühen und Sorgen, ungeschützt bleibt und dadurch zu Grunde geht oder gar Anderen zur mühelosen Beute wird. Diese Erbitterung über versagten Schutz seines vermeintlichen Eigenthums trägt oft mehr wie die Aussicht auf materiellen Gewinn

dazu bei, dass der Erfinder es vorzieht, für seine Erfindung im Auslande Schutz zu suchen, als sie der „Arbeit Aller" im Vaterlande preis zu geben. Dort wird derselbe nach der Patentgesetzgebung der meisten Länder ihm gern, mit voller Gleichberechtigung mit dem Inländer ertheilt. Findet der Erfinder dann die Mittel und Wege, seine Erfindung auszubilden und ihr Eingang zu verschaffen, so ist er in der Regel für sein Heimathsland verloren und zieht im Falle seines Emporkommens durch sein Beispiel noch viele andere und gewöhnlich die thatkräftigsten und tüchtigsten Kräfte sich nach! Es erklärt sich hieraus die merkwürdige Erscheinung, dass es in Deutschland eine so grosse Zahl jüngerer, gutgeschulter und kenntnissreicher Techniker giebt, dass sie eine Pflanzschule für die ganze Welt bilden, dass aber an hervorragenden Technikern andere Staaten reich und wir sehr arm sind! Gleichzeitig liegt darin aber auch der beruhigende Trost, dass eine Wendung zum Besseren leicht herbeizuführen ist, und dass die deutsche Industrie sogar die Grundbedingung zu einer Blüthe ohne Gleichen in sich trägt. Es ist dies die hohe Entwickelung des Studiums der Naturwissenschaften, der Grundlage allen technischen Fortschritts, in Deutschland und die bessere wissenschaftliche und technische Bildung unserer Jugend, welche bewirkt hat, dass die Naturwissenschaften bei uns schon viel tiefer liegende Bevölkerungsschichten befruchtend und anregend durchdrungen haben. Es braucht nur den geistig schaffenden Kräften der Industrie der nöthige Spielraum für ihre volle Entwickelung und Thätigkeit gegeben und durch ein gutes Patentgesetz ihre Arbeit geschützt und lohnend gemacht zu werden, um diese Wendung einzuleiten.

Leider sind es aber nicht nur materielle Nachtheile, die für Deutschland aus der Schutzlosigkeit des technischen Fortschritts erwachsen, sie befördert auch die schon tief eingerissene Unsolidität der deutschen Industrie und beeinträchtigt das Ansehen Deutschlands im Auslande. Es hat sich bei uns in technischen Dingen nach und nach eine von der anderer Länder ganz verschiedene Rechtsanschauung, eine andere Moral herausgebildet. Während es in England und Frankreich, selbst in Amerika, für unehrenhaft, mindestens für unschicklich gilt, fremde Erfindungen ohne Zustimmung des Erfinders zu benutzen, selbst wenn sein Rechtsschutz zweifelhaft oder ein solcher nicht vorhanden ist, gilt dies in Deutschland nicht nur für anständig, sondern in vielen Fällen sogar für verdienstlich. Als charakteristische Beispiele dieser Richtung brauche ich nur anzuführen, dass in Preussen selbst technische Staatsbehörden keinen Anstand nehmen, neue Betriebsapparate oder Einrichtungen, die von Gewerbetreibenden auf deren Veranlassung mit Mühe und Kosten ausgearbeitet sind, andern Gewerbetreibenden als Modelle zur Nachahmung zu übergeben, oder sie zur Submission zu bringen und die Ausführung dem Mindestfordernden zu überweisen. Sie sind dazu sogar oft durch ihre Instruktionen verpflichtet. In gleicher

Richtung empfehlen Gewerbetreibende bei uns häufig offen ihre Fabrikate damit, dass sie grundsätzlich nur die bewährtesten und neuesten Konstruktionen bekannter angesehener Firmen nachahmten und daher billiger liefern könnten wie diese, da sie keine Erfindungs- und Versuchskosten zu tragen hätten! In andern Ländern würde dies für ehrenwidrig gehalten werden; hier nehmen selbst Staatsbehörden keinen Anstand, von solchen vortheilhaft scheinenden Anerbietungen bestens Gebrauch zu machen! Die natürliche Folge ist, dass diese abweichende Moral nach und nach von oben herab das ganze Gewerbs- und Verkehrsleben durchdringt, dass das Bestreben, Neues und Besseres zu schaffen, in der Industrie immer seltener, dass Billigkeitskonkurrenz allein herrschend und deutsches Fabrikat überall als Waare geringen Werthes missachtet wird. Der wohlthuende Stolz des englischen Gewerbetreibenden, den keine Aussicht auf Gewinn dahin bringen würde, Waare mit seinem Stempel zu versehen, die nicht erster Klasse ist und seiner Firma Ehre macht, ist bei uns leider nur in seltenen Fällen noch aufzufinden.

Es ist nicht zu verwundern, dass diese Verhältnisse dahin wirken, nicht nur die deutsche Waare, sondern auch die deutschen Gewerbetreibenden im Auslande in Misskredit zu bringen. Rechnet man dazu den Verdruss, den die fremden Erfinder über den ihnen gewöhnlich versagten, jedenfalls ungenügenden Schutz ihrer Erfindungen in Deutschland empfinden, was sie nicht als Folge einer besonderen wirthschaftlichen Theorie, sondern als systematisch betriebene, von den Regierungen begünstigte, geistige Freibeuterei ansehen und das stets hervortretende Bestreben der Deutschen im Auslande, fremde Fabrikationsgeheimnisse und Einrichtungen auszukundschaften, was dort ebenfalls als Vertrauensbruch und Unredlichkeit betrachtet wird, so erklärt sich die uns oft so auffallende Missachtung der Deutschen im Auslande! Die deutsche Redlichkeit, von der wir viel singen und reden, hat im Auslande nur schlechten Klang — zu Deutschlands unermesslichem Schaden! Diese im Auslande überall hervortretende Abneigung gegen die Deutschen und deutsches Wesen hat sich in neuester Zeit noch wesentlich verstärkt. Man betrachtet mit Recht die Erfindungspatente mit Publicirungsverpflichtung als ein Opfer an wirthschaftlicher Freiheit, welches die Gemeinschaft der Industrie treibenden Nationen dem technischen Fortschritt bringt, von dessen Intensität heute wesentlich das Wohlbefinden der Völker abhängt und von dem allein eine allmählich fortschreitende Verbesserung des socialen Zustandes der Menschheit zu erwarten ist. Dem zerrissenen, uneinigen Deutschland konnte man es noch verzeihen, dass es sich, wie die Schweiz und andere kleine Staaten, von diesem Opfer ausschloss, nicht so dem mächtig erstandenen Deutschen Reiche, von dem man eine seiner Bedeutung entsprechende Theilnahme an den Arbeiten und Opfern verlangt, welche die andern

Nationen sich im allgemeinen Kultur-Interesse auferlegen. Erst wenn das Deutsche Reich seinen vollen Antheil an diesen Lasten übernommen hat, wenn die deutsche Nation einen der Machtstellung ihres Staates entsprechenden, fortlaufenden Beitrag zur Vermehrung des Schatzes der Menschheit an Wissen und Können leistet, und wenn die Deutschen selbst sich durch Redlichkeit im Verkehr und Tüchtigkeit ihres Schaffens die volle Achtung der andern Völker wieder errungen haben, wird die Welt mit der grossen Umwälzung, die Deutschlands politische Auferstehung bewirkt hat, ausgesöhnt und unser Vaterland gegen alle Zukunftsstürme gesichert sein! Förderung, Anerkennung und Schutz alles guten und nützlichen geistigen Schaffens und mit in erster Linie Schutz des gewerblichen Fortschritts auf allen Gebieten durch ein gutes, die Interessen der Erfinder mit denen der Gewerbe und des Publikums versöhnendes Patentgesetz bilden die unumgängliche Grundlage jedes erfolgreichen Wirkens zur Herbeiführung dieser Bedingungen. Der Patentschutzverein hat sich die Förderung eines solchen rationellen Patentgesetzes zur Aufgabe gemacht. Der Erlass eines solchen Gesetzes würde ein in den industriellen Kreisen ganz Deutschlands und namentlich des deutschen Südens tief empfundenes Bedürfniss befriedigen, würde den bisher fehlenden Centralpunkt für alle auf den technischen Fortschritt gerichteten Bestrebungen schaffen und gewichtige Bevölkerungskreise fester an das Reich und seine Institutionen knüpfen. Schon die begründete Aussicht auf baldige Regelung der Frage des Erfindungsschutzes würde endlich ermuthigend und neu belebend auf viele wichtige, jetzt fast hoffnungslos darniederliegende Industriezweige einwirken und sie zu den äussersten Anstrengungen anspornen, um den Kampf ums Dasein in der jetzigen schweren Gewerbskrisis, die neben dem Ungesunden auch viel Gesundes und Tüchtiges vernichtet, in der Hoffnung auf kommende bessere Zeiten glücklich zu bestehen.

Votum betreffend die Gründung eines Instituts für die experimentelle Förderung der exakten Naturforschung und der Präzisionstechnik.

(Aus der Denkschrift einer zur Berathung über die Organisation eines physikalisch-mechanischen Instituts berufenen Kommission vom 11. Juni 1883.)

1883.

Kein Land der Welt hat so viel für den wissenschaftlichen und technischen Unterricht gethan wie Deutschland und besonders Preussen. Es ist dies auch überall anerkannt, und das deutsche Unterrichtswesen dient in allen Ländern als Vorbild. Deutschland hat darin sogar bei alleiniger Rücksicht auf sein materielles Interesse vielleicht zu viel gethan, denn deutsche Gelehrte und in noch höherem Maasse deutsche Techniker sind in der ganzen Welt verbreitet und verschärfen durch ihre anerkannte Tüchtigkeit die der deutschen Industrie durch die fremde gemachte Konkurrenz. Auch die im Inlande verbleibenden hochgebildeten Gelehrten und Techniker finden nur zum geringen Theile eine ihren Kenntnissen entsprechende Thätigkeit. Nach der Zahl und Bildung seiner Gelehrten und Techniker sollte Deutschland ohne Frage an der Spitze des naturwissenschaftlichen und technischen Fortschrittes stehen, wenn auch die Gründe, warum seine Industrie hinter der anderer Länder zurückgeblieben ist, vielfach auf anderen Gebieten zu suchen sind. Der Grund, warum diese Erwartung sich im Allgemeinen nicht erfüllt hat, liegt offenbar darin, dass sowohl für die wissenschaftliche Forschung wie für die technisch-inventorische Arbeit der Boden für die im Uebermaass vorhandenen Kräfte nicht günstig war. Für die Technik hat sich dies ungünstige Verhältniss wesentlich gebessert seit dem Erlasse des deutschen Patentgesetzes. Seit durch dasselbe die Erfindungen unter wirksamen Schutz gestellt sind, können

Erfinder und Fabrikanten Mühe und Kosten auf die gründliche Durcharbeitung neuer Erfindungen verwenden, in der — oft trügenden — Hoffnung auf künftigen grossen Gewinn, da nicht mehr, wie früher der Nachahmer gleichberechtigt zur Anwendung derselben ist, ohne durch vorherige mühevolle Arbeit und Kosten belastet zu sein. Es ist wohl unzweifelhaft, dass der offenbare Aufschwung der deutschen Industrie in den letzten Jahren wesentlich als eine Wirkung des jetzt vorhandenen Patentschutzes aufzufassen ist. Die Erfindungen und Verbesserungen werden nicht mehr wie früher zunächst nach dem Auslande gebracht, wo sie Patentschutz erhielten, zum grossen Nachtheile der deutschen Industrie, die dadurch überall den Vorsprung verlor und sich mit der Nachahmung begnügen musste und dadurch mehr und mehr an Ansehen in der Welt verlor. So erfreulich aber auch der Aufschwung ist, den die deutsche Industrie dadurch erfahren hat, dass sie wieder in vielen Richtungen ebenbürtig mit der ausländischen geworden ist und in manchen Zweigen sogar die Führung übernommen hat, so birgt dieser Entwickelungsgang aber auch schwere Gefahren für sie und wird ihr allein nicht die ihr durch die in ihr thätige, überwiegende Intelligenz gebührende Stellung verschaffen. Beim Patentwesen waltet die grosse Schwierigkeit ob, zu entscheiden, was eine eigentliche Erfindung ist, die wirklich Neues bringt, und was nur eine Anwendung bekannter Einrichtungen und Methoden ist, die jeder gebildete Techniker ohne Weiteres zur Anwendung bringen kann, wenn ihm die Aufgabe vorliegt. Es geht daher die Richtung in allen Ländern mehr und mehr dahin, ohne Rücksicht hierauf alle ersten Anwendungen zu patentiren, wenn sie auch keinen eigentlichen Erfindungsgedanken enthalten. Daraus entwickelt sich eine schwere Hemmung für die arbeitende Industrie, die sich durch unzählige Patentfesseln in allen Richtungen gehemmt sieht ohne gleichzeitige Vermehrung ihrer technischen Hülfsmittel. Dieser Gefahr kann nur vorgebeugt werden durch kräftigere Entwickelung der wissenschaftlichen Forschung bei gleichzeitiger grösserer Beschränkung der Patentfähigkeit. Die naturwissenschaftliche Forschung bildet immer den sicheren Boden des technischen Fortschrittes, und die Industrie eines Landes wird niemals eine internationale, leitende Stellung erwerben und sich erhalten können, wenn dasselbe nicht gleichzeitig an der Spitze des naturwissenschaftlichen Fortschritts steht! Dieses herbeizuführen, ist das wirksamste Mittel zur Hebung der Industrie. Die deutsche Naturwissenschaft hat stets eine achtunggebietende Stellung eingenommen. Man wird auch nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass es nur dem hohen Stande der naturwissenschaftlichen Bildung in Deutschland zu verdanken ist, dass die deutsche Industrie trotz ihrer ungünstigen Lage ihre Stellung einigermaassen zu behaupten vermochte. Andererseits muss man aber zugeben, dass der naturwissenschaftliche Fortschritt bei

uns noch lange nicht dem Umfange unserer wissenschaftlichen Bildung entspricht. Es erscheint dies um so auffallender, als Deutschland auch reich an hochbegabten Naturforschern ist, und als der Deutsche an wissenschaftlicher Begabung sicher keinem Volke der Welt nachsteht. Es ist dies offenbar auf einen Mangel unsrer staatlichen Einrichtungen zurückzuführen. Die Wissenschaft ist bei uns noch in derselben Lage, in welcher die Technik sich vor Einführung des Erfindungsschutzes befand. Der Staat hat seine ganze Kraft mit unzweifelhaftem Erfolge der Förderung des wissenschaftlichen Unterrichts zugewandt. Seine Unterrichtsanstalten erzeugen eine grosse Zahl hochgebildeter Naturforscher, deren Lebensberuf fast immer wieder der Unterricht ist. Die wissenschaftliche Forschung selbst ist nirgends Lebensberuf in der staatlichen Organisation, sie ist nur eine geduldete Privatthätigkeit der Gelehrten neben ihrem Berufe, der Lehrthätigkeit. Einzelne Versuchsstationen, die durch specielle dringende Bedürfnisse hervorgerufen sind, und auch die Akademien, die zwar der wissenschaftlichen Forschung gewidmet, aber nur nebenamtlich besetzt und nicht mit den erforderlichen Einrichtungen zur Ausführung von Experimental-Untersuchungen versehen sind, ändern hierin nichts Wesentliches. Die Berufsgelehrten der Akademien sind fast durchgängig neben dem ihnen obliegenden Unterricht noch mit gelehrten Geschäften derartig überbürdet, dass sie — nach dem Ausspruche eines unsrer ersten Naturforscher — aufhören müssen, Gelehrte zu sein! Dass trotzdem von diesen schwerbelasteten deutschen Berufsgelehrten so viele hochbedeutende und mühevolle wissenschaftliche Arbeiten geliefert werden, ist ein sie hoch ehrender Beweis ihrer alles überwindenden Liebe zur Wissenschaft. Es muss aber als eine Vergeudung nationaler Kraft bezeichnet werden, dass hochbegabte Forscher, Talente wie sie nur selten zum Vorschein kommen, mit Berufsarbeiten, die Andere vielleicht sogar besser ausführen würden, schwer belastet sind und dadurch der Wissenschaft selbst grösstentheils entzogen werden, der sie unberechenbare Dienste leisten würden, wenn sie sich ihr ganz hingeben könnten. Doch noch schwerer fällt ins Gewicht, dass so viele talentvolle und hochgebildete jüngere Gelehrte keine Gelegenheit finden, wissenschaftliche Arbeiten auszuführen. Die Laboratorien der Universitäten und Schulen stehen ihnen in der Regel nur so lange offen, bis sie ihre wissenschaftliche Ausbildung vollendet haben. Diese Anstalten sind ja auch für den Unterricht bestimmt und eingerichtet und für feinere und umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen in der Regel gar nicht geeignet. Die traurige Folge ist in der Mehrheit der Fälle, dass wissenschaftliche Arbeiten, welche ganze Lebensgebiete neu beleben und befruchten würden, ungethan bleiben, und dass Talente im Kampfe ums Dasein nicht zur Entwicklung kommen oder unerkannt zu Grunde gehen, die unter günstigeren Verhältnissen Grosses hätten leisten

können zur Ehre und zum materiellen Nutzen des Landes. Es gilt dies namentlich von der Experimental-Physik. Die Chemie steht in innigerem Konnex mit der Industrie, welche vielen gebildeten Chemikern lohnende Beschäftigung und Gelegenheit zu Forschungsarbeiten gewährt. Es wird dies dadurch begünstigt, dass die Lokale und Einrichtungen für chemische Untersuchungen weit leichter zu beschaffen sind, wie die für umfangreiche physikalische Experimental-Untersuchungen erforderlichen. Die deutsche chemische Industrie hat sich daher auch stets auf derjenigen wissenschaftlichen und technischen Höhe erhalten können, die dem deutschen Bildungsstande entspricht. Leider lässt sich dies nicht von der Experimentalphysik sagen. Hier hat England durch seinen in weiten Kreisen vorhandenen Reichthum und die Vorliebe der Engländer für wissenschaftliche Beschäftigung ein entschiedenes Uebergewicht erlangt. Wohlhabende Engländer haben Privatlaboratorien in grosser Zahl errichtet, in welchen sie selbst eifrig arbeiten und tüchtigen Fachgelehrten Gelegenheit zur Ausführung grösserer Arbeiten geben. Trotz der in England verhältnissmässig viel weniger verbreiteten wissenschaftlichen Bildung hat dies Land aus diesen Gründen doch Grosses geleistet und unverhältnissmässig viel Talente ersten Ranges entwickelt. In neuerer Zeit haben England, Frankreich und Amerika, die Länder, die im Konkurrenzkampfe unsre gefährlichsten Gegner sind, die grosse Bedeutung der wissenschaftlichen Superiorität für die materiellen Interessen erkannt und sind eifrig bestrebt, durch Verbesserung ihres Unterrichts die naturwissenschaftliche Bildung zu erhöhen und Einrichtungen zu schaffen, welche den wissenschaftlichen Fortschritt begünstigen. Die der angelsächsischen Race eigenthümliche Beharrlichkeit und Rücksichtslosigkeit in der Durchführung von Dingen, die als nützlich und nothwendig anerkannt sind, hat bereits zu ganz überraschenden Resultaten geführt. Frankreich hat dem naturwissenschaftlichen Unterricht immer grosse Fürsorge zugewandt. Die Verhältnisse liegen in diesem Lande im Uebrigen ähnlich wie bei uns. Obschon in Frankreich der wissenschaftliche Unterricht gut organisirt und naturwissenschaftliche Kenntnisse weit verbreitet sind, und obschon man im conservatoire des arts et métiers ein Institut besitzt, welches im Wesentlichen wissenschaftlich-technischen Untersuchungen dienen soll, so hat man doch neuerdings für nothwendig befunden, ein neues grosses Institut zu begründen, welches ausschliesslich für wissenschaftliche Untersuchungen bestimmt ist. Es ist daher zu befürchten, dass der Vorsprung, den wir bisher noch haben, der des besser organisirten naturwissenschaftlichen Unterrichts und der weiter verbreiteten wissenschaftlichen Bildung, bald verloren geht, und dass wir uns auch künftig nicht mehr an der Spitze des wissenschaftlichen Fortschritts erhalten können, wenn derselbe nicht auch bei uns durch staatliche Organisationen unter-

stützt wird. Solche Organisationen hätten den doppelten Zweck zu erfüllen, die naturwissenschaftliche Forschung überhaupt zu fördern und die Industrie durch Lösung der wissenschaftlich-technischen Probleme und Fragen, die ihre Entwicklung wesentlich bedingen, zu unterstützen. Es müssten neben den Universitäten und technischen Unterrichtsanstalten Laboratorien errichtet werden, welche unter der Leitung hochbegabter Männer ständen und mit allen Hülfsmitteln in reichem Maase ausgerüstet wären, um Experimental-Untersuchungen aller Art mit grösstmöglicher Präzision ausführen zu können. Zur Arbeit in diesen Instituten dürften nur besonders befähigte, vollständig wissenschaftlich gebildete Leute zugelassen werden zur Ausführung von bestimmten Untersuchungen, die sie selbst vorzuschlagen hätten oder die ihnen zur Bearbeitung überwiesen würden. Um die grosse Bedeutung klar zu machen, die ein solches gut besetztes und liberal ausgestattetes Institut für die Entwicklung der Industrie haben würde, genügt schon ein kurzer Rückblick auf die Geschichte dieser Entwicklung. Wir sehen dieselbe überall an einzelne Personen und Institute geknüpft, bei welchen durch besonders günstige Verhältnisse ermöglicht war, dass wissenschaftliche Untersuchungen mit ihrer technischen Anwendung Hand in Hand gingen. Das wissenschaftliche Licht, welches in Folge dessen die technischen Kombinationen und Methoden erleuchtete und leitete, gab dann solchen Instituten ein derartiges Uebergewicht über andere, dass die Versuchskosten durch die höheren kommerziellen Ergebnisse nicht nur gedeckt wurden, sondern auch ganze Industriezweige durch sie wesentlich umgestaltet und neue von grosser Bedeutung geschaffen wurden. Wie schon hervorgehoben, ist diese Kombination von wissenschaftlicher Forschung und technischer Ausnutzung bei der chemischen Fabrikation viel leichter realisirbar, und es ist wesentlich diesem Umstande die schnelle Entwicklung der chemischen Industrie in Deutschland und die dominirende Stellung, welche sie augenblicklich noch in der Welt einnimmt, zu verdanken. Ungleich ungünstiger ist aber die Lage der auf mechanischer Grundlage ruhenden Gewerbe. Physikalische exakte Untersuchungen bedingen weit kostspieligere Instrumente und besonders geeignete Räume; sie sind daher weit kostspieliger und zeitraubender und erfordern ausserdem einen viel grösseren Umfang der Kenntnisse und Befähigung der die Untersuchungen ausführenden Kräfte. Es wird daher viel seltener bei Industriezweigen, die auf mechanischer Grundlage ruhen, ein solches für den Fortschritt günstiges Zusammentreffen der Theorie und Praxis vorhanden sein. Wenn der Staat sich daher darauf beschränkt, wie bisher, nur für den Unterricht zu sorgen, so werden die mechanischen Gewerbe in ihrer Entwicklung nothwendig hinter den chemischen zurückbleiben. Es kann auch nicht im staatlichen Interesse liegen, den technischen Fortschritt zu sehr von einzelnen besonders günstig situirten technischen

Anstalten abhängig zu machen. Vermeiden lassen sich diese Uebelstände nur dadurch, dass der Staat organisatorisch dafür sorgt, dass die für die schnelle Entwicklung der mechanisch-physikalischen Industriezweige nothwendigen Experimentaluntersuchungen durch die berufensten Kräfte mit staatlichen Mitteln im allgemeinen Interesse und zum Nutzen Aller durchgeführt werden. — Betrachtet man unsre augenblickliche Lage, so ergiebt sich aus derselben so recht schlagend die Nothwendigkeit eines solchen staatlich organisirten Forschungs- und Untersuchungs-Instituts. Die Präzisionsmechanik hatte ihre frühere Superiorität vor einem Decennium in sehr bedenklichem Grade verloren. Die zu Tage getretenen Uebelstände waren so gross und bedenklich, dass damals von den Staatsanstalten, die ihren Bedarf an Präzisionsinstrumenten nicht mehr im Inlande befriedigen konnten, der Anstoss zur Begründung einer staatlichen Organisation zur Unterstützung und Hebung der heimischen Präzisionsmechanik gegeben wurde. Seitdem ist zwar eine wesentliche Besserung hierin eingetreten, aber ihre frühere hohe Stellung wird sie nicht wieder erlangen, wenn nicht die damals geplante Hülfe wirklich eintritt. Es handelt sich um lange Reihen von Experimentaluntersuchungen über die Zusammensetzung, um die Herstellungsmethoden der verschiedenen zu optischen, thermometrischen, elektrischen und anderen Zwecken nöthigen Gläser, über die physikalischen Eigenschaften derselben und die exakte Bestimmung ihrer Konstanten. Es fehlen ähnliche, höchst nothwendige Experimentaluntersuchungen über die Eigenschaften der Metalle und ihrer Legirungen, über die allmählichen Aenderungen dieser Eigenschaften durch äussere Einwirkungen (Temperaturwechsel, Erschütterungen, elektrische Wirkungen u. s. w.), über die Elastizitäts- und Reibungsverhältnisse. Es fehlen eingehende Untersuchungen über die spezifische Leitungsfähigkeit der Metalle, über die Induktionskonstanten der Nichtleiter und deren Isolationskonstanten bei verschiedenen Temperaturen und bei hohen elektrischen Spannungen. Alle diese Untersuchungen und Bestimmungen sind nothwendig für die gedeihliche Entwickelung der auf wesentlich mechanischer Grundlage ruhenden Gewerbethätigkeit. Sie können weder in Universitäts- noch in Privatlaboratorien ausgeführt werden, da in beiden für solche ausgedehnte und schwierige Untersuchungen, die weder direkten Gewinn noch besondre Ehre für den Ausführenden bringen, kein Platz ist. Und doch würden viel nutzlose Arbeit und grosse Zeit- und Geldverluste vermieden werden, wenn diese Untersuchungen durchgeführt wären und der Industrie zur Verfügung ständen. Es würden dadurch namentlich auch kleinere Werkstätten, die nicht die Mittel haben, selbst solche für sie gerade nothwendigen Untersuchungen anzustellen, und Verluste durch unzweckmässige Wahl von Materialien weniger leicht ertragen können, im Konkurrenzkampfe mit den grösseren, mit alten Erfahrungen aus-

gestatteten Instituten ganz wesentlich unterstützt werden. Doch noch viel wesentlichere Erfolge sind von den eigentlichen Forschungsarbeiten zu erwarten, die mit dem früher geplanten Institut für die Hebung der Präzisionsmechanik zu verbinden wären. Betrachtet man den Gang der Entwickelung neuer Industriezweige oder wesentlicher Umgestaltung bestehender, so sieht man, dass dieselbe gewöhnlich sprungweise eintritt. Sie knüpft in der Regel an neue wissenschaftliche Errungenschaften an, durch welche der Industrie neue Zielpunkte oder neue Hülfsmittel gegeben werden. Als Beispiele der neuen Zeit braucht man hierfür nur zu nennen: die gänzliche Umgestaltung der ganzen Pyrotechnik durch das regenerative Heizsystem, der Stahlindustrie durch den Bessemer Prozess, die ganz unschätzbare Werthvermehrung der deutschen, meist phosphorhaltigen Eisenlager durch den Thomas'schen Entphosphorungsprozess, die Anilin- und Alizarinfabrikation, welche auf die internationale Handelsbilanz Deutschlands mächtig zu seinen Gunsten eingewirkt hat. Eine ähnliche umgestaltende Wirkung wird auf die mechanische Industrie die Möglichkeit der billigen Erzeugung von starken elektrischen Strömen durch die Dynamo-Maschine ausüben. Zur Schnelligkeit der Fortpflanzung elektrischer Wirkungen, welche schon so mächtig umgestaltend auf unser Kulturleben eingewirkt hat, ist jetzt die Uebertragung grosser Arbeitsleistungen durch die Elektrizität und deren Verwendung an anderen Orten zu den verschiedensten technischen Leistungen gekommen. Gerade an diesem Falle kann man so recht unzweifelhaft die Nothwendigkeit staatlicher Organisation für wissenschaftliche Experimentaluntersuchungen erkennen. Obgleich das Prinzip der Dynamomaschine in der Berliner Akademie schon im Januar 1867 publicirt und dabei auf die grossen technischen Konsequenzen hingewiesen war, zu welchen es führen würde, verging doch mehr wie ein Jahrzehnt, bis es der Thätigkeit der Industrie aller Länder gelang, dies Prinzip so weit durchzuarbeiten, dass es sich mit Erfolg im praktischen Leben bethätigen konnte. Es fehlte der Industrie an Zeit und Kräften, um die nöthigen, zahlreichen Untersuchungen durchzuführen. Auch jetzt liegen noch eine Menge ungelöster wissenschaftlicher Fragen vor, die dieser Entwickelung im Wege stehen. Gar nicht zu übersehen sind bisher die technischen Konsequenzen, welche sich durch die Verwendung beliebig starker elektrischer Ströme in den verschiedensten Industriezweigen ergeben werden. Das Land, welches sie zuerst zieht, wird aber dadurch einen grossen Vorsprung vor den übrigen Ländern erhalten. Es sind daher gewichtige Fragen der Volkswirthschaft, um die es sich bei der staatlichen Unterstützung des wissenschaftlichen Fortschritts auf diesem Gebiete handelt. Dazu kommt, dass sich durch die Anwendung der Elektrizität im grossen Maasstabe die Nothwendigkeit der Feststellung bestimmter elektrischer Maasse für den Verkehr

und ständiger Einrichtungen für die Kontrole der zur Verwendung kommenden Maasse schon unabweislich herausgestellt hat. Obgleich diese Maasse theoretisch und praktisch zuerst von Deutschland aufgestellt und angewendet sind, so fehlte es doch an einer Organisation, um die schwierigen wissenschaftlichen Arbeiten in der für die praktische Anwendung nöthigen Vollständigkeit durchzuführen, und wir laufen Gefahr, dass uns England und Frankreich auch hierin den Rang ablaufen. Schon diese brennende Frage der elektrischen Maasseinheiten macht die möglichst beschleunigte Herstellung einer Organisation für wissenschaftliche Experimental-Untersuchungen mit geeigneten Lokalitäten und Einrichtungen zur unabweisbaren Nothwendigkeit. Dem unberechenbaren Nutzen, den eine solche gut dotirte und mit geeigneten Kräften ausgerüstete Organisation voraussichtlich bringen wird, gegenüber dürften die darauf zu verwendenden Geldmittel kaum in Betracht zu ziehen sein.

Ueber die Bedeutung und die Ziele einer zu begründenden physikalisch-technischen Reichsanstalt.

(Aus einer Denkschrift an den Reichstag betreffend die Errichtung einer physikalisch-technischen Reichsanstalt für die experimentelle Förderung der exakten Naturforschung und der Präzisionstechnik.)

1884.

Vorbemerkung. Nachdem die schon im Jahre 1872 geplante Errichtung eines Preussischen Staatsinstituts zur Förderung der exakten Wissenschaften und der Präzisionstechnik von einer im Jahre 1883 berufenen Kommission der angesehensten Gelehrten und Techniker in so wesentlich erweiterter Form vorgeschlagen war, dass sich die im neu erbauten Charlottenburger Polytechnikum dafür bestimmten Räume als unzulänglich erwiesen, erbot sich Werner Siemens dem Königl. Preussischen Unterrichtsminister gegenüber zu schenkungsweiser Ueberlassung einer Grundfläche von 12000 qm an den preussischen Staat, unter der Bedingung, dass dieser zur Erbauung, Ausstattung und Unterhaltung der nöthigen Laboratorien und sonstigen Gebäude für die mit fundamentalen wisssenschaftlichen Forschungen zu betrauende Abtheilung des projektirten Instituts sich verpflichten würde. Hingewiesen auf die zur Erfüllung der gestellten Bedingung erforderliche Genehmigung des Preussischen Landtages erklärte derselbe demnächst, dass er auch die Kosten der Errichtung der erforderlichen Baulichkeiten tragen und, damit nicht ein volles Baujahr verloren gehe, auf eigene Gefahr vorgehen wolle, ohne von dem preussischen Staate eine Garantie wegen Einstellung von Mitteln in den Etat für 1885/86 zu verlangen. Auf seinen Wunsch wurde der bautechnische Rath im Königl. Preussischen Unterrichtsministerium ermächtigt, ihm bei dem Entwurfe und der Ausführung der Bauanlagen behülflich zu sein.

In diesem Stadium befand sich die Sache, als Werner Siemens im Hinblick auf die nationale Bedeutung des Planes und in der Hoffnung auf eine Durchführung desselben in grösserem Um-

fange und mit reicheren Mitteln den Entschluss fasste, das Preussen gemachte Anerbieten auch dem Reiche zu machen. Der Preussische Unterrichtsminister erklärte sich hiermit einverstanden; sein lebhafter Wunsch gehe nur dahin, dass es überhaupt gelingen möge, das bedeutsame Institut in's Leben zu rufen.

Werner Siemens hat hiernach sich bereit erklärt, dem Reiche, behufs Gründung eines Instituts zur Ausführung naturwissenschaftlicher Forschungen für technische Zwecke, eine Schenkung von einer halben Million Mark in Grundwerth oder in Kapital zu machen und in dem bezüglichen Schreiben seine Ansichten über die Bedeutung und die Ziele eines solchen Instituts, wie folgt, zusammengefasst:

Die staatlichen Einrichtungen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Fortschrittes beschränken sich im Allgemeinen darauf, für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu sorgen. Man könnte sagen, dass sie hierin vielleicht quantitativ zu viel thun. Namentlich gilt dies von Deutschland, aus dessen ausgezeichneten Unterrichtsanstalten jährlich eine Menge hochgebildeter junger Gelehrten hervorgeht, welche im Staatsdienste und im Privatleben kaum eine andere Verwendung finden, als im Lehrfache, nämlich zur Neuerzeugung derselben Species! Für die Fortentwickelung der Wissenschaft selbst findet sich keine Organisation, es ist diese der Privatthätigkeit der Lehrer in ihren Mussestunden und physikalisch gebildeten Privatleuten überlassen. Zwar bestehen in den meisten Ländern Akademien, welche den Beruf haben, an der Fortentwickelung der Wissenschaft zu arbeiten, aber zu Akademikern werden mit wenigen Ausnahmen nur Gelehrte ernannt, deren Lebensberuf die Lehrthätigkeit ist, die ihre Zeit und Kräfte ganz in Anspruch nimmt. Eine Ausnahme hiervon machte bisher nur Russland; die russischen Akademiker erhalten ihr auskömmliches Gehalt als solche und sind nicht zur Lehrthätigkeit verpflichtet. Die russische Akademie hat auch gut dotirte Laboratorien, in denen die Akademiker wissenschaftliche Forschungen betreiben können. In der That sind in diesen Laboratorien fast alle Arbeiten ausgeführt, welche Russland eine ehrenvolle Stellung in der Wissenschaft verschafft haben. Dass die Erfolge keine durchschlagenderen gewesen sind, erklärt sich leicht aus dem Stande des russischen Unterrichtswesens. Wenn dagegen Deutschland trotz des gänzlichen Mangels an staatlichen Einrichtungen für die bezüglichen Forschungen doch immer eine hervorragende Stellung in den Naturwissenschaften behauptet, und dadurch auch in der traurigen Zeit seiner politischen Ohnmacht und Zersplitterung den deutschen Namen in Ehren gehalten hat, so verdankt es dies vorzugsweise seinen Bildungsanstalten und der durch sie entwickelten und wach erhaltenen aufopfernden Liebe des deutschen Gelehrten zur Wissenschaft.

Es war dies früher auch ausreichend, als der Umfang der naturwissenschaftlichen Kenntnisse noch gering war, und wichtige Untersuchungen mit einfachen, wenig kostspieligen Vorrichtungen ausgeführt werden konnten. In neuerer Zeit hat sich das aber wesentlich geändert. Je tiefer die Wissenschaft in das geheime Walten der Naturkräfte eingedrungen ist, desto schwieriger sind die zu lösenden Aufgaben geworden, desto schärfer müssen die Prüfungsmethoden, desto exakter die Messungen und Wägungen sein, durch welche die Natur selbst dem Forscher die Frage nach dem sie beherrschenden Gesetze beantwortet. Zur Anstellung entscheidender naturwissenschaftlicher Versuche gehören heute geeignete, gut gelegene und vor äusseren Störungen geschützte Räume, ausgezeichnete und kostspielige Instrumente und die vollständige Hingabe des mit allen Kenntnissen ausgerüsteten Gelehrten an die Lösung der unternommenen Aufgabe. Dazu sind die Lehrsäle und Laboratorien der dem Lehrzwecke gewidmeten Universitäten und Schulanstalten nicht geeignet, ebensowenig die an ihnen angestellten Professoren. Diese sind von ihrem Lehramte und den damit verbundenen Nebenämtern immer umsomehr überlastet, je tüchtiger sie sind, und je mehr sie sich als bahnbrechende Forscher bewährt haben. Es fehlen ihnen neben der Musse zur geistigen Vertiefung in ihre Forschungsaufgabe auch das geeignete Lokal und die Mittel zur Beschaffung der nöthigen Instrumente und Einrichtungen. Die Folge davon ist, dass die wichtigsten Aufgaben ungelöst bleiben, und dass hochbegabte Männer, die ihrem Vaterlande und der Menschheit überhaupt unschätzbare Dienste durch ihre Forschungsarbeit leisten könnten, im Unterrichtsdienste, den Minderbegabte vielleicht erfolgreicher verrichten könnten, verbraucht werden.

Ein recht schlagendes Beispiel, wie nachtheilig dieser gänzliche Mangel an staatlichen Einrichtungen für die experimentelle Forschung für unser Vaterland ist, zeigte sich u. a. bei den internationalen Verhandlungen zur Feststellung der elektrischen Maasseinheiten. Obgleich diese Maasse theoretisch in Deutschland aufgestellt und begründet sind, konnten doch die schwierigen und kostspieligen Arbeiten der exakten Darstellung derselben in Deutschland nicht ausgeführt werden. Es waren die Privatlaboratorien reicher Engländer, welche die Arbeit übernahmen. Auch die seitens der internationalen Kommission zur Feststellung der elektrischen Maasseinheiten an die Regierungen gerichtete Aufforderung, die Arbeit ihrer Gelehrten in dieser Richtung zu unterstützen, konnte bei uns keinen wesentlichen Erfolg haben, da im ganzen deutschen Reiche kein für diese Messungen geeignetes Lokal mit den nöthigen Einrichtungen vorhanden war! In Deutschland fehlt die Klasse reicher wissenschaftlicher Dilettanten, welche in England schon so Grosses geleistet und Englands wissenschaftlichen Ruhm hoch über das Maass seiner durchschnittlichen Bildung gehoben hat. Es

sind bei uns nur einzelne grosse industrielle Etablissements, welche befähigt waren und durch ihre eigenen Bedürfnisse dazu angeregt wurden, solche kostspieligen und umfassenden gemeinnützigen Arbeiten auszuführen. Für exakte Arbeiten sind aber Fabriken nur in besondern Fällen geeignet.

Diese Betrachtungen hatten in dem Unterzeichneten schon vor längerer Zeit den Entschluss hervorgerufen, der hiesigen Königl. Akademie der Wissenschaften durch testamentarisches Legat eine grössere Geldsumme zur Begründung eines Laboratoriums, welches wissenschaftlichen Fundamentaluntersuchungen gewidmet werden sollte, zu vermachen. Als aber im verflossenen Jahre bei Gelegenheit kommissarischer Berathungen über die Organisation einer in den Räumen des Königl. Polytechnikums zu errichtenden technischen Versuchsanstalt die betonte Nothwendigkeit einer ähnlichen, ausschliesslich der naturwissenschaftlichen Forschung dienenden Versuchsanstalt von Sr. Excellenz dem Herrn Minister Dr. v. Gossler anerkannt wurde, der Ausführung jedoch, ausser finanziellen Bedenken namentlich die Schwierigkeit der Beschaffung eines passenden Bauterrains entgegentrat, erbot ich mich, dem Staate ein solches, in der Marchstrasse in Charlottenburg gelegenes, durchaus geeignetes Grundstück von ca. 1 Hektar Flächeninhalt unter der Bedingung zur Verfügung zu stellen, dass der Staat es auf seine Kosten zu dem genannten Zwecke bebaute und die Anstalt angemessen dotirte. Ich erbot mich ferner, auch den Bau der Arbeitsräume selbst übernehmen zu wollen, in der Hoffnung, dadurch weiteren Zeitverlust zu verhindern.

Obschon nun bei dem warmen Interesse, welches der Herr Minister v. Gossler an dem Zustandekommen der geplanten Anstalt nahm, die Hoffnung, dass die noch bestehenden finanziellen Schwierigkeiten sich überwinden lassen würden, als eine wohlbegründete erschien, so konnte ich mich doch der Erkenntniss nicht verschliessen, dass der Plan auf diesem Wege nicht in dem Umfange durchgeführt werden könne, wie es seiner Bedeutung und dem Beitrage von ca. $^1/_2$ Million Mark, welchen ich zu seiner Realisirung zu leisten gewillt bin, entsprechen würde. Es handelt sich bei demselben eben auch um eine staatliche Einrichtung, welche dem gesammten Reiche in gleichem Maasse, wie dem Einzelstaate Nutzen tragen wird. Dem Reiche würden aus einer naturwissenschaftlichen Arbeitsstätte, wie sie geplant wird, sowohl materielle wie ideelle Vortheile von grossem Gewichte erwachsen. Bei dem jetzt so lebhaft geführten Konkurrenzkampfe der Völker hat das Land ein entschiedenes Uebergewicht, welches neue Bahnen zuerst betritt und die auf dieselben zu gründenden Industriezweige zuerst ausbildet. Fast ohne Ausnahmen sind es neue naturwissenschaftliche Entdeckungen, oft sehr unscheinbarer Art, welche solche neuen Bahnen eröffnen und wichtige Industriezweige neu erschaffen oder neu beleben.

Ob die Aufdeckung einer neuen naturwissenschaftlichen Thatsache technisch verwendbar ist, ergiebt sich in der Regel erst nach ihrer vollständigen systematischen Bearbeitung, d. h. oft erst nach längerer Zeit. Darum darf der wissenschaftliche Fortschritt nicht von materiellen Interessen abhängig gemacht werden. Die moderne Kultur beruht auf der Herrschaft des Menschen über die Naturkräfte, und jedes neu erkannte Naturgesetz vergrössert diese Herrschaft und damit die höchsten Güter unseres Geschlechtes! Seit durch das Patentgesetz das Erfindungseigenthum im Deutschen Reiche geschützt ist, und durch die deutschen Unterrichtsanstalten wissenschaftliche und technische Bildung weit verbreitet sind, fehlt es nicht an Kräften und Mitteln zur technischen Verwerthung wissenschaftlicher Entdeckungen. Die Begünstigung der naturwissenschaftlichen Forschung ist daher in eminentem Grade eine Förderung der materiellen Interessen des Landes! Diese meist unbewusste Erkenntniss mag wesentlich dazu beitragen, dass die naturwissenschaftliche Entdeckung dem Lande, dem sie entstammt, überall zur hohen Ehre gereicht. Nicht die wissenschaftliche Bildung, sondern die wissenschaftliche Leistung weist einer Nation die Ehrenstellung unter den Kulturvölkern an. Es erscheint daher als eine Aufgabe des Reiches und nicht der Einzelregierungen, die nöthigen Einrichtungen zu treffen, um diese wissenschaftliche Leistung auf die Höhe zu bringen und auf derselben zu erhalten, welche der durchschnittlichen wissenschaftlichen Bildung des Landes entspricht.

Ich bemerke schliesslich, dass ich mit dem Angebote eines Beitrages von $^1/_2$ Million Mark in Grundwerth oder Kapital zur Begründung des geplanten Instituts n u r den Zweck im Auge habe, meinem Vaterlande einen Dienst zu leisten und meine Liebe zur Wissenschaft, der ich mein Emporkommen im Leben ausschliesslich verdanke, zu bethätigen.

Nachtrag zum I. Bande.

Remarques sur la précipitation galvanique du nickel et du cobalt.

(Revue scient. et industr. du Dr. Quesneville t. 27, p. 91.)

1846.

M. Siemens a appelé l'attention sur les phénomènes que présente le nickel à l'état de dépôt obtenu par l'influence du courant électrique. Tandis que la surface des autres enduits métalliques semblables est d'un mat plus ou moins prononcé, celle du nickel offre l'exemple d'un poli métallique naturel. Malheureusement cet éclat n'est que de courte durée, car pour peu qu'on laisse s'épaissir la couche de métal déposée, on la voit se fendiller d'abord, puis s'effeuiller en une multitude de petites lames miroirantes qui tournent leur convexité vers la plaque de métal sur laquelle le dépôt a été effectué. M. Siemens a fait aussi remarquer que le cobalt participe à la singulière propriété du plomb, de se déposer, à l'état de peroxide, sur l'électrode positive d'un courant à l'action duquel on en soumet les solutions salines de manière à y montrer comme dans les anneaux de Nobili, les couleurs des couches minces. On pourrait utiliser cette circonstance en chimie et en métallurgie pour séparer le cobalt du nickel qui va constamment recouvrir l'électrode négative d'un enduit métallique offrant les particularités ci-dessus mentionnées.

Remarques sur le télégraphe automatique écrivant de M. Wheatstone.

(Comptes Rendus t. XLVIII, p. 468.)

1859.

Dans la séance du 24 janvier, M. Wheatstone a soumis à l'Académie un télégraphe automatique écrivant, au sujet duquel je crois convenable de présenter les remarques suivantes:

L'artifice de transmettre des dépêches télégraphiques à l'aide d'une bande de papier trouée préparée à l'avance est fort ancien, et dû à M. Bain. Je me rappelle que, me trouvant à Paris au printemps 1850, M. Bain fit fonctionner un télégraphe électrochimique, au moyen d'une bande de papier trouée, sous les yeux de l'Académie, dans une séance à laquelle j'avais l'honneur d'assister.

Depuis cette époque M. Halske et moi nous nous sommes beaucoup occupés de l'application de la même méthode aux télégraphes de M. Morse. Dès l'année 1855, nous avons muni d'appareils de ce genre, nommés tachygraphes, la ligne que nous avions construite de Varsovie à Saint-Pétersbourg. La même année, un de nos tachygraphes fonctionnait à la grande Exposition des Champs-Élysées à côté de nos appareils destinés à la transmission simultanée des dépêches en sens contraire. L'appareil perforateur dont notre tachygraphe était accompagné, servant à la préparation de la bande de papier, ne se distinguait de celui que M. Wheatstone vient de décrire que par sa plus grande simplicité. Comme M. Wheatstone, et bien longtemps avant sa dernière communication à l'Académie, nous avons employé, pour faire fonctionner notre tachygraphe, au lieu des alternatives de courants et de temps de repos, des courants dirigés alternativement en sens contraire, et, pour donner passage à ces courants aux instants voulus, de bandes de papier trouées. Dans ces derniers temps cependant nous avons renoncé à ces bandes pour les remplacer par des

types mobiles, semblables aux types d'imprimerie, et figurant les différents caractères de l'alphabet Morse. L'opérateur prépare la dépêche en arrangeant ces types à la suite les uns des autres dans les rainures, mus à travers l'appareil par un mouvement d'horlogerie. Ces types mettent en jeu un commutateur qui fait passer le courant dans un sens ou dans l'autre selon que la position de sa bascule est déterminée par le passage des types.

Aperiodische Magnete ohne Astasirung.

(Aus einem Aufsatze des Herrn Prof. E. du Bois-Reymond über aperiodische Bewegung gedämpfter Magnete, Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wissensch. 1873, S. 748.)

1873.

Bei Besprechung der experimentellen Bedingungen, unter denen die Bewegung gedämpfter Magnete aperiodisch wird[1]), sagte ich in der ersten der unten angeführten Abhandlungen: „Eine andere Art, unter übrigens gleichen Umständen $r = o$ oder reell zu machen, wäre Verkleinerung des Trägheitsmomentes M. Es liegt in der Natur der Dinge, dass man, ohne besondere Einrichtungen, diese nicht stetig und nicht am sonst fertigen Apparate vornehmen kann. Aber je kleiner M, je dünner z. B. bei sonst gleicher Gestalt ein Magnetspiegel ist, bei um so geringerer Astasie wird seine Bewegung aperiodisch“[2]). Seitdem dachte ich oft daran, ob es nicht gelingen würde, durch Verkleinerung des Trägheitsmomentes allein, ohne Astasirung des Magnetes, dessen Bewegung aperiodisch zu machen. Ich ging damit um, Magnete aus dünnstem Stahlblech in silbernen Dämpfern aufzuhängen, wobei nur die Schwierigkeit war, dass solche Spiegel im Fernrohr kein Bild geben, während Verbindung auch mit dem leichtesten Glasspiegel das Trägheitsmoment wieder zu sehr vergrössert[3]).

Inzwischen ist diese Aufgabe durch meinen Freund Herrn Dr. W. Siemens in einer Weise gelöst worden, die um so sinnreicher erscheint, je fremdartiger beim ersten Anblick die Lösung sich darstellt. Herr Siemens hat ohne Astasirung aperiodisch sich bewegende Magnete zu Stande gebracht, welche, obschon auf Verkleinerung des Trägheitsmomentes Rücksicht genommen ist, doch kräftig genug sind, um sie ohne Schaden mit einem Glasspiegel verbinden zu können. Er hat

[1]) Vgl. Monatsber. d. Berl. Akad. 1869, S. 807; — 1870, S. 537.
[2]) A. a. O. S. 836.
[3]) Archives des sciences physiques et naturelles N. P. t. XLV. 1872, p. 92.

die Güte gehabt, mir zu gestatten, diese Konstruktion in seinem Namen der Akademie mitzutheilen.

Man sieht sie in Fig. 204 in halber natürlicher Grösse dargestellt. KK_1 ist im Durchschnitt gezeichnet eine Kupferkugel, in der eine cylindrische Höhlung hh_1 ausgebohrt ist, deren Axe mit dem senkrechten Durchmesser der Kugel und der Drehaxe des darin versenkten Magnetes zusammenfällt. Von letzterem macht man sich am besten einen Begriff, wenn man sich denkt, dass durch einen Fingerhut oder eine Glocke aus Stahl zwei einander und der Axe parallele Schnitte in gleichem Abstande von dieser geführt seien. Es bleibt ein Bügel übrig, den die Hauptfigur in einem jenen beiden Schnitten parallel durch die Axe gelegten Durchschnitt, die Nebenfigur in einer senkrecht auf die erste genommenen Ansicht, sowie im Grundriss von unten gesehen zeigt. Im Mittelpunkte seiner Wölbung trägt der Bügel in der Verlängerung seiner Axe einen Stiel, mittels dessen er in die cylindrische Höhlung des Dämpfers centrisch herabhängt, und an dem oben der Spiegel befestigt ist. Magnetisch gesprochen stellt der Bügel ein Hufeisen vor, dessen Pole in den Schenkeln NS einander gegenüber liegen. Herr Siemens nennt solche Magnete Glockenmagnete[1]).

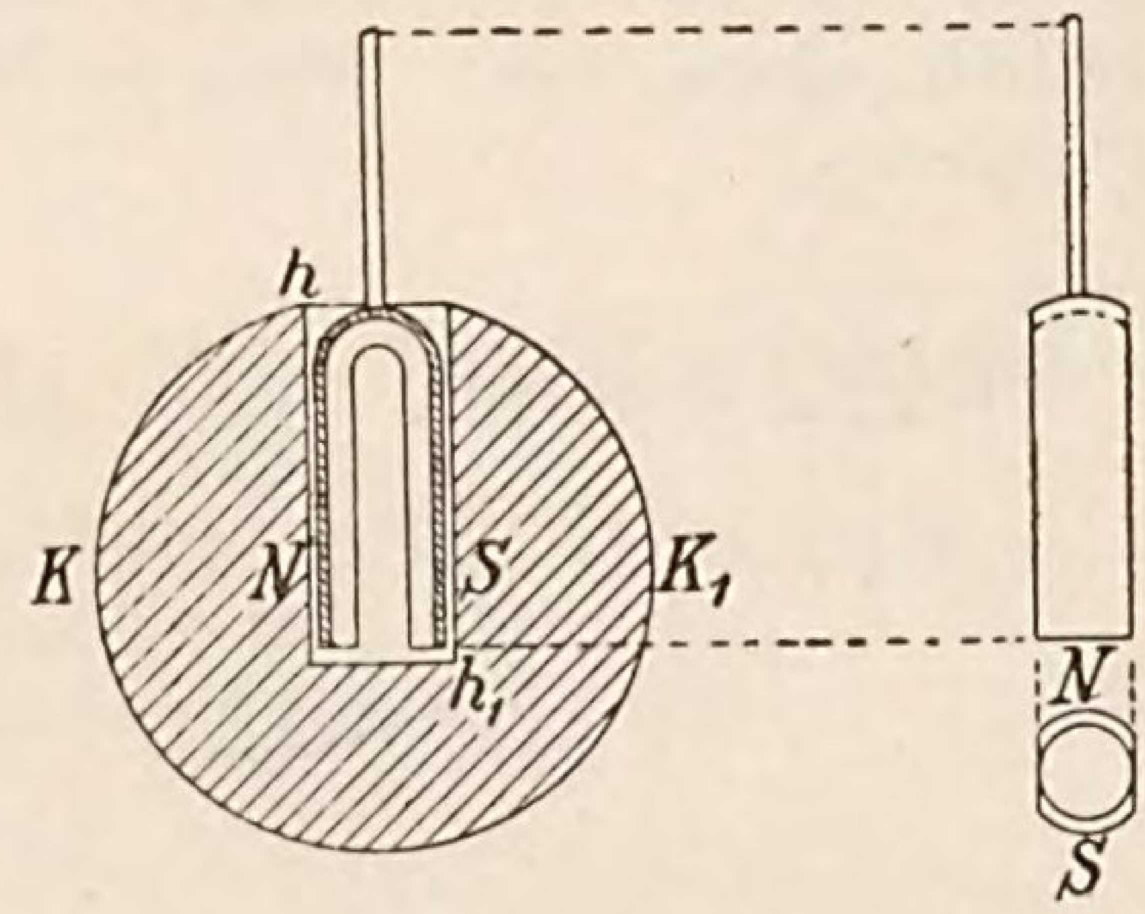


Fig. 204.

Durch diese Anordnung wird erreicht: 1. wegen der Hufeisenform hohe Intensität der Magnetisirung; 2. verhältnissmässig geringes Trägheitsmoment; 3. grosse Annäherung der Pole an die dämpfende Metallmasse; 4. Unabhängigkeit der Dämpfung von der Ablenkung.

Diese Umstände haben zur Folge, dass nicht allein der Magnet ohne Astasirung aperiodisch sich bewegt, sondern dass sogar e erheblich grösser als n ist. Um den aus bekannten Gründen vortheilhaften Grenzzustand $e = n$ zu erreichen, muss man entweder den Hauy'schen Stab in umgekehrtem Sinn anwenden, oder den Magnet ein Stück aus dem Dämpfer herausheben. Die Siemens'sche Anordnung verwirklicht also noch treuer als die meinige die Gauss'sche ursprüngliche Konzeption. Ihre Empfindlichkeit, wenn der Glockenmagnet als Galvanometernadel ver-

[1]) In anderem Sinne wohlbemerkt, als Herr Wiedemann diesen Ausdruck braucht (die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus. 2. Aufl. Bd. II. Braunschweig 1873. S. 483). — Nachricht von dem Siemens'schen Glockenmagneten findet sich schon in Zetsche, Kurze Mittheilungen über die in Wien 1873 von Siemens & Halske ausgestellten neuen Telegraphenapparate — in Schlömilch's, Kahl's und Cantor's Zeitschr. für Math. u. Phys. 1873, p. 427.

wendet wird, lässt nichts zu wünschen übrig. Die Stabilität bei Erschütterungen durch vorüberfahrende Wagen u. a. m. ist ausserordentlich gross. Die Beruhigungszeit des Glockenmagnetes ist nicht bloss in Betracht seiner Masse, sondern auch absolut genommen sehr klein, noch kleiner nämlich als die meines leichten Spiegels I[1]), da sie an einem von mir geprüften Exemplare, bei Fall von den Grenzen der freilich einen sehr kleinen Winkel umfassenden Skala, nur etwa 3″ betrug.

[1]) A. a. O. S. 837.

Kapillar-Galvanoskop zu Widerstandsmessungen an submarinen Kabeln.

(Monatsber. der Berl. Akad. der Wissenschaften 1874, S. 157.)

1874.

Hr. Siemens legte der Klasse ein von ihm konstruirtes Kapillar-Galvanoskop vor, welches vorzugsweise die Bestimmung hat, Widerstandsmessungen an submarinen Kabeln auf schwankenden Schiffen zu ermöglichen.

Das Instrument ist eine Modifikation des Lippmann'schen Kapillar-Elektrometers. Es besteht aus zwei im ungefähren Abstande von 3 cm senkrecht auf einem kleinen Brette befestigten weiten Glasröhren. Dicht über der Oberfläche des Brettchens sind dieselben durch ein schwach nach oben gebogenes dünnes Glasrohr von etwa $^1/_2$ mm innerer Weite verbunden. Unter diesem kapillaren Verbindungsrohre wird auf dem Brettchen eine Skale mit Millimetertheilung befestigt. Die beiden weiten senkrechten Glasröhren nebst dem kapillaren Verbindungsrohre werden nun luftfrei mit reinem Quecksilber so gefüllt, dass in der Mitte des Kapillarrohres der Quecksilberfaden durch einen, einige Millimeter langen Schwefelsäurefaden unterbrochen wird. Bei einiger Uebung lässt sich diese Füllung leicht luftfrei herstellen.

Vor der Lippmann'schen Anordnung, bei welcher das Kapillarrohr zur Hälfte mit Quecksilber und zur Hälfte mit Schwefelsäure gefüllt ist, hat die oben beschriebene wesentliche Vorzüge. Bei der Lippmann'schen Anordnung ist die Verschiebung des Meniscus, welche durch die mit der Polarisation verknüpfte Veränderung der Kapillar-Konstante hervorgerufen wird, weit geringer, da durch die Verlängerung oder Verkürzung der Quecksilbersäule im senkrechten Kapillarrohre eine schnell wachsende Gegenkraft hervorgerufen wird, welche die Verschiebung begrenzt. Bei der beschriebenen Anordnung findet dagegen keine merkliche Veränderung des Niveaus der Quecksilberkuppen der

weiten senkrechten Röhren statt. Es ist daher sogar nothwendig, das Kapillar-Verbindungsrohr schwach nach oben zu krümmen, damit nicht schon der schwächste Strom den Schwefelsäure-Tropfen ganz aus dem Rohre hinaustreibt. Sollte dies jedoch bei Benutzung zu starker Ströme einmal eintreten, so bleibt der Schwefelsäure-Tropfen durch Adhäsion an der Mündung des Kapillarrohrs haften und kehrt bei Umkehr des Stromes wieder zurück. Ein zweiter wesentlicher Vorzug der beschriebenen Anordnung besteht darin, dass bei derselben beide den Schwefelsäurefaden begrenzenden Quecksilberkuppen polarisirt werden, wodurch die verschiebende Kraft verstärkt und für beide Stromrichtungen gleich gross wird. Endlich ist der durch die Adhäsion der Schwefelsäure an der Glaswand des Kapillarrohres erzeugte Widerstand gegen die Verschiebung bei der beschriebenen Konstruktion der Kürze des Schwefelsäurefadens wegen ein weit geringerer.

Soll das Instrument gegen die Schiffsschwankungen unempfindlich gemacht werden, so werden die senkrechten Glasröhren mit Ansatzröhren versehen, welche nach innen gebogen sind, so dass die Quecksilberkuppen derselben nahe zusammen über der Mitte des Kapillarrohres liegen.

Ein die Benutzung dieses Kapillar-Galvanoskops erschwerender Uebelstand ist der, dass der Schwefelsäurefaden nach geschehener Ablenkung durch einen Strom nur äusserst langsam in seine Ruhelage zurückkehrt, wenn auch für die Depolarisirung der Quecksilberkuppen durch metallische Verbindung der beiden Quecksilbersäulen gesorgt wird. Wird jedoch dieselbe Elektricitätsmenge, welche die Polarisirung bewirkte, in entgegengesetzter Richtung durch das Instrument geschickt, so kommt der Faden schnell und genau wieder in seine ursprüngliche Lage. Man bewirkt dies leicht dadurch, dass man in den Stromkreis einen Kondensator einschaltet, durch dessen Ladung die Verschiebung des Fadens und durch dessen Entladung die Zurückführung desselben erfolgt. Zu exakten Messungen lässt sich das Instrument nur dann verwenden, wenn sehr grosse Widerstände und beträchtliche elektromotorische Kräfte im Spiele sind. Ist die elektromotorische Kraft der Kette nicht mindestens $^1/_{50}$ Daniell, so erfolgt keine merkbare Verschiebung des Fadens. Dessenungeachtet wird das Instrument in vielen Fällen ein nützliches Hülfsmittel werden, namentlich dann, wenn sehr grosse Widerstände im Stromkreis enthalten sind. Diese verlangsamen zwar die Bewegung des Schwefelsäurefadens, sind aber auf die Grösse seiner Verschiebung ganz ohne Einfluss.

Ueber das allgemeine Windsystem der Erde.

(Gelesen in der Berl. Akad. der Wissensch. am 12. Juni 1890.)

1890.

Hr. Dr. A. Sprung hat im Maiheft der Meteorologischen Zeitschrift unter dem Titel: „Ueber die Theorien des allgemeinen Windsystems der Erde u. s. w." eine vergleichende Kritik der in meiner Mittheilung an die Akademie vom 4. März 1886: „Ueber die Erhaltung der Kraft im Luftmeere der Erde"[1]) aufgestellten Berechnung der Richtung und Stärke der allgemeinen Luftströmung mit der älteren Ferrel'schen Theorie gebracht, welche mich zu einigen Bemerkungen veranlasst. Diese sollen nicht die, zum Theil ganz zutreffenden, Einwendungen des Hrn. Sprung gegen die strenge Gültigkeit meiner Rechnungsresultate, sondern die Annahme zurückweisen, dass ich, in gleicher Weise wie Ferrel, den Versuch gemacht hätte: „auf theoretische Berechnungen eine Theorie des allgemeinen Windsystems der Erde aufzubauen". Ganz abgesehen davon, dass ich mich in der mathematischen Technik dafür nicht stark genug fühle, halte ich diesen Weg auch für durchaus ungeeignet. Ein so ausserordentlich komplicirtes Problem, wie das des allgemeinen Windsystems, lässt sich unmöglich rückwärts auf Grund mathematischer Berechnungen konstruiren. Es fehlt dazu bisher die einfache, alle Erscheinungen beherrschende Grundlage. Ich habe in meinen Betrachtungen „Ueber die Erhaltung der Kraft im Luftmeere der Erde" zunächst versucht, die Kräfte festzustellen, welche die Luftbewegung hervorrufen, erhalten und hemmen, und demnächst gesucht, die durch ihr Zusammenwirken verursachte allgemeine Luftbewegung nach Richtung und Grösse durch Rechnung zu bestimmen. Es ist daher nicht richtig, dass ich „in gleicher Weise wie früher Ferrel, durch Rechnung einen Urzustand der atmosphärischen Bewegung nachweisen wollte", um denselben demnächst meinen weiteren Spekulationen zu Grunde zu legen. Ebensowenig richtig ist

[1]) Bd. I dieser Sammlung S. 404.

es, dass ich bei meinen Rechnungen von der Hemmung der Luftbewegung durch Reibung ganz abgesehen hätte. Die von Hrn. Sprung sehr treffend als „Grundcirkulation“ bezeichnete meridionale Luftströmung, auf der meine Theorie des allgemeinen Windsystems begründet ist, beruht ja gerade auf dem Gleichgewicht zwischen der Beschleunigung der Luft im äquatorialen Auftriebe in Folge der Ueberhitzung der untersten Luftschichten der heissen Zone durch Sonnenstrahlung und den Kraftverlusten, welche die bewegte Luft auf ihrem Kreislaufe zu erleiden hat. Die Mischung der Luftmassen, welche ohne eine „Grundcirkulation“ mit der Geschwindigkeit der Erdoberfläche, auf welcher sie ruhen, rotiren müssten, ist durch dieselbe im Laufe der Jahrtausende erfolgt. Ich gebrauchte das mathematische Bild der plötzlichen reibungslosen Mischung der Luftschichten aller Breiten nur, um diesen seit der Urzeit schon vorhandenen Bewegungszustand in einfacher Weise nach Richtung und Grösse zu bestimmen. Ferrel geht nicht, wie ich, von einer Grundcirkulation aus, welche die mit ihrer Breitengeschwindigkeit rotirenden Luftschichten fortlaufend austauscht und dadurch allmählich mischt, sondern lässt diese Mischung durch eine nicht näher motivirte, reibungslose Verschiebung der rotirenden Luftringe verschiedener Breiten in meridionalem Sinne bewirken. Es ist dies im Wesentlichen dieselbe Rechnungsgrundlage, wie die meinem Mischungsbilde zu Grunde liegende, und Ferrel kommt daher auch zu demselben Rechnungsresultate, wie ich, soweit es die Richtung der Windströmungen betrifft. Dagegen besteht eine wesentliche Verschiedenheit in unseren Angaben über die relativen Windstärken nördlich und südlich der 35. Breitengrade. Der Annahme des Hrn. Sprung, dass keine der beiden Theorien als vollkommen korrekt zu betrachten sei, pflichte ich vollständig bei. Ich habe die meinige nie anders als eine erste Annäherung an die Wahrheit betrachtet. Ich habe in diesem Sinne auch die Rechnung komplicirende Einflüsse, wie die nach den Polen hin abnehmende Temperatur und das nicht Zusammenfallen der Richtung der Centrifugalkraft mit der der Schwerkraft, ausser Betracht gelassen. Letztere Thatsache, deren Wirkung auch aus der Betrachtung hervorgeht, dass die in höherer Breite rotirende Luftmasse überall die Tendenz haben muss, sich in grössten Kreisen fortzubewegen, also dem Aequator zuzustreben, würde eine Abnahme des Luftdruckes mit Annäherung an die Pole bewirken und müsste dadurch das Resultat der Mischungsrechnung wesentlich beeinträchtigen, wenn diese Tendenz nicht durch andere Kräfte, welche die entgegengesetzte Wirkung haben, kompensirt würde. Es sind aber nicht diese, sondern andere Annahmen principieller Natur, welche zwischen beiden Auffassungen einen sehr wesentlichen Unterschied bedingen und die zu ganz abweichenden Resultaten führen. Einmal ist dies die Annahme Ferrel's, dass der sogenannte Flächensatz in der

Form der Erhaltung des Rotationsmomentes bei der Verschiebung der mit der Erdoberfläche rotirenden Luft im meridionalen Sinne zur Geltung käme. Ich kann dem nicht beipflichten, muss im Gegensatz entschieden bestreiten, dass die Erhaltung des Rotationsmomentes bei der Luftbewegung Platz greift.

Das der Astronomie entnommene Flächengesetz besagt, dass eine Masse, welche sich frei um eine andere bewegt, in gleichen Zeiten gleiche Flächen umschreibt. Es geschieht dies in Folge der Beschleunigung der rotirenden Masse bei der Annäherung an den Anziehungs-Mittelpunkt der feststehenden Masse und der Verzögerung derselben bei eintretender Entfernung von demselben. Die durch Beschleunigung erlangte grössere Geschwindigkeit hat die Beschreibung eines grösseren Bogens in der Zeiteinheit zur Folge und führt dadurch zum Flächengesetz. Nach Ferrel müsste nun eine in irgend einer Breite mit der Erdoberfläche rotirende Luftmenge bei einer Verschiebung in meridionalem Sinne nicht, wie ich es annahm, mit unveränderter absoluter Geschwindigkeit, also unter Beibehaltung ihrer lebendigen Kraft, ihren Weg fortsetzen, sondern ihr Rotationsmoment müsste konstant bleiben — was einer bedeutenden Geschwindigkeitsänderung entspricht. Damit das Rotationsmoment konstant bleiben kann — was der Fall ist, wenn die lineare Geschwindigkeit des rotirenden Körpers sich derart ändert, dass in gleichen Zeiten gleiche Flächen von ihm umkreist werden —, muss also eine bedeutende Arbeitskraft aufgewendet werden, um die Geschwindigkeitsänderung der trägen Luftmasse hervorzubringen. Es fehlt aber die Kraft gänzlich, welche diese Arbeit leisten könnte. Wenn man den Rotationsradius einer rotirenden festen Masse verkürzt, so muss die Kraft, welche die Verkürzung bewirkt, die Centrifugalkraft überwinden. Die Summe der Produkte aller überwundenen Centrifugalkräfte mit den zurückgelegten Wegen giebt die zur Beschleunigung der rotirenden Masse aufgewendete Arbeit, und diese reicht gerade hin, um das Flächengesetz aufrecht, d. i. also hier das Rotationsmoment konstant zu erhalten. Bei der Bewegnng der Luft auf der Erdoberfläche sind aber gar keine analogen Verhältnisse vorhanden. Auf der Erdoberfläche findet bei tangentialer Verschiebung keine Aenderung der Schwerkraft und keine Beschleunigung der verschobenen Masse durch die Gravitation statt. Ebensowenig lässt sich erkennen, wodurch ein Druck benachbarter Luftschichten auf die zu verschiebenden entstehen sollte, welcher die gewaltige Beschleunigungsarbeit, die die Erhaltung des Rotationsmomentes verlangt, zu leisten im Stande wäre! Eine Verschiebung der ganzen Luftmasse eines rotirenden Ringes in meridionalem Sinne ist übrigens gar nicht ausführbar, da der Rauminhalt eines solchen Ringes von gegebener Dicke sich mit dem Cosinus der Breite verändert. Es muss also bei einer polaren Verschiebung ein

entsprechender Theil der Ringmasse zurückbleiben, bez. zum Aequator zurückkehren. Aber auch für den wirklich in polarer Richtung verschobenen Theil des Luftringes ist gar kein physikalischer Grund zu finden, warum die Erhaltung des Rotationsmomentes bei den Luftströmungen angenommen werden müsste. Es würde im Gegentheil diese Annahme zu den grössten Widersprüchen und Diskontinuitäten führen. Denn in dem angenommenen Urzustande, in welchem noch keine meridionale Luftströmung stattfand, von dem Ferrel sowohl wie ich ausgegangen sind, rotirte die Luft jeder Breite mit der Geschwindigkeit des Bodens, auf dem sie ruhte. Die Geschwindigkeit der Luftmasse nahm daher mit dem Cosinus der Breite ab. Dies Verhältniss hätte sich nun nach Ferrel mit dem Eintritt meridionaler Luftströmung nicht nur umkehren müssen, es hätte anstatt der Abnahme sogar eine Zunahme der Bewegungsgeschwindigkeit der Luft in noch weit höherem Verhältniss eintreten müssen, wenn das Rotationsmoment der Luft konstant bleiben sollte. Warum dasselbe aber konstant bleiben muss, und welche Kräfte dann diese gewaltige Vergrösserung der in der rotirenden Luftmasse aufgespeicherten lebendigen Kraft herbeiführen konnten, bleibt gleich unfassbar[1]).

Auch mit einer anderen Annahme Ferrel's kann ich mich nicht einverstanden erklären. Es ist die, dass auf geneigten Flächen gleichen Luftdruckes ein Hinabgleiten der überlagernden Luftschichten stattfinden könnte. Auf isobaren geneigten Flächen findet ebenso wenig wie auf Niveauflächen ein Antrieb zu tangentialer Verschiebung statt. Dass eine solche Verschiebung überhaupt nicht bestehen könnte, ergiebt sich auch schon aus der Betrachtung, dass ein niedergehender Luftstrom, falls er wirklich einträte, sogleich eine Druckänderung herbeiführen, mithin das Druckgleichgewicht stören und sofort einen Rückstrom veranlassen müsste. Es folgt hieraus, dass eine stetig fortschreitende Erwärmung der Atmosphäre, wie sie in Wirklichkeit — von Störungen abgesehen — von den polaren Gegenden ab bis zum Aequator hin

[1]) Ich muss daher die Erklärung des Hrn. Dr. Sprung, „dass meine Annahme der konstanten Rotationsgeschwindigkeit der Luft derselbe, allerdings nahe liegende, Irrthum wäre, welcher die ganze Hadley-Dove'sche Auffassung vom Einflusse der Erdrotation auf die Luftbewegungen beherrschte“, entschieden zurückweisen. Hr. Dr. Sprung führt ganz mit Unrecht als Stütze für diesen Ausspruch die Abhandlung v. Helmholtz's „Ueber atmosphärische Bewegungen“ an. v. Helmholtz hat in dieser mathematischen Untersuchung den hypothetischen Fall behandelt: „Wenn wir uns einen rotirenden Luftring denken, dessen Axe mit der Erdaxe zusammenfällt und der durch den Druck der benachbarten ähnlichen Ringe bald mehr nördlich, bald mehr südlich geschoben wird, so muss nach dem bekannten allgemeinen mechanischen Princip das Rotationsmoment konstant bleiben.“ Das ist ja unzweifelhaft richtig, da in diesem angenommenen Falle der Druck der benachbarten Ringe die Beschleunigungsarbeit leistet. Die vorliegende Frage ist aber eben die, ob Kräfte nachzuweisen sind, welche diesen Verschiebungsdruck bewirken?

stattfindet, noch keinen Grund für meridionale Luftströmungen bildet, wie auch Dove es annahm. Es lassen sich durch eine solche ungleich erwärmte Atmosphäre in allen Höhenlagen isobare Flächen legen, die vom Aequator bis zu den Polen reichen und auf welchen keine freiwillige Luftbewegung eintreten kann. Trotz grosser Verdünnung oder „Auflockerung" der Luft durch die Wärme der äquatorialen Zonen würde die Atmosphäre daher in Ruhe bleiben, wenn keine Störung des indifferenten Gleichgewichts in irgend einem Theile derselben stattfände. Das indifferente Gleichgewicht mit der ihm zugehörigen adiabatischen Temperaturskala ist der wahre Zustand des Gleichgewichtes und der relativen Ruhe der Atmosphäre. Dasselbe besagt, dass — abgesehen von aller Reibung — kein Arbeitsaufwand erfordert wird, um eine Luftmasse aus einer Höhenlage in eine andere zu bringen, das heisst also hier, dass die bei der arbeitenden Ausdehnung der Luft verbrauchte Energie im Wärmeverluste derselben durch Abkühlung ihr Aequivalent findet und umgekehrt. Die allgemeine Herrschaft des indifferenten Gleichgewichts in der Atmosphäre ist daher der Zustand der relativen Ruhe derselben, und jede Störung dieses Gleichgewichtes tritt als Kraftansammlung auf mit der Tendenz, durch Luftbewegungen die Herrschaft des indifferenten Gleichgewichtes wieder herzustellen. Der Grund dieser Störungen ist ausschliesslich in der ungleichen Erwärmung der Luftschichten durch die Sonnenstrahlen, sowie in der ungleichen Abkühlung derselben durch die Ausstrahlung der Wärme in's Weltall zu suchen. Die Sonnenstrahlen erwärmen vorzugsweise den Erdboden und durch ihn die ihm zunächst liegenden tieferen Luftschichten. Der hierdurch bewirkte Temperaturüberschuss über die adiabatische Bodentemperatur, welche der mittleren Erwärmung der ganzen überlagernden Luftsäule entspricht, bildet eine Ansammlung freier Energie, gleichsam eine gespannte Feder, welche sich nur dadurch wieder ausgleichen kann, dass das gestörte indifferente Gleichgewicht durch Ausbreitung des vorhandenen Temperaturüberschusses der tiefsten Schichten auf sämmtliche überlagernde Luftschichten bewirkt wird. Dies kann praktisch nur durch Luftströmung geschehen. Bei lokaler Begrenzung der Ueberhitzung wird sich irgendwo an lokal begünstigter Stelle eine Erhebung der überhitzten Luft herausbilden, welche dann an Höhe schnell zunimmt, da der Auftrieb proportional der Höhe des so gebildeten natürlichen Schornsteins wächst. Dieser Schornstein unterscheidet sich aber ausser durch seine Höhe von den gebräuchlichen wesentlich dadurch, dass er elastische Wände hat, und dass Druck und Dichtigkeit der Luftschichten innerhalb wie ausserhalb derselben mit der Höhe abnehmen. Es muss also die Luftgeschwindigkeit während des Auftriebes im umgekehrten Verhältnisse der Dichtigkeit zunehmen, da ja in jedem Zeitabschnitte gleich viel Luftmasse durch alle Querschnitte

des Schornsteins strömen muss. Da bei der geringen Höhe der Atmosphäre im Vergleich mit dem Erdradius keine in Betracht kommende Zunahme des Raumes mit der Höhe innerhalb derselben stattfindet, so muss ganz allgemein die Geschwindigkeit der Luftströmungen beim Auf- und Niedergehen mit dem örtlich herrschenden Luftdrucke zu- und abnehmen. Es wird daher auch beim Auftriebe der Luft ein grösserer Theil der in ihr angesammelten Sonnen-Energie in lebendige Kraft bewegter Luftmasse verwandelt, wie ohne eine solche Beschleunigung der Fall sein würde. Bei dem Auftriebe lokal begrenzter, am Boden überhitzter Luft, wird das Endresultat ein lokaler Auftrieb mit beschleunigter Geschwindigkeit bis in die höheren und höchsten Luftregionen und gleichzeitig ein Niedergang der den Aufstrom umgebenden Luftschichten mit während des Niederganges verminderter Geschwindigkeit und schliesslich eine Ausbreitung der das Gleichgewicht störenden Wärmeansammlung am Erdboden auf sämmtliche überlagernde Luftschichten unter Wiederherstellung des gestörten indifferenten Gleichgewichtes dieses Theiles der Atmosphäre sein.

Im Wesentlichen ebenso, aber in der äusseren Erscheinung ganz verschieden, tritt diese Ausgleichung der Störung des indifferenten Gleichgewichtes durch Sonnenstrahlung auf, wenn sich die Ueberhitzung der dem Boden benachbarten Luftschichten auf ganze Erdzonen ausdehnt. Dann kann der Auftrieb kein lokal begrenzter mehr sein, sondern er muss die ganze heisse Zone systematisch umfassen. Er kann auch nicht mehr zeitlich begrenzt sein, sondern der Ausgleich muss ebenso wie die Störungsursache unbegrenzt fortdauern. Es muss sich mithin ein die ganze Atmosphäre umfassendes Strömungssystem herausbilden, welches schliesslich die Aufgabe erfüllt, die Ueberhitzung der dem Boden benachbarten Luftschichten der heissen Zone continuirlich der gesammten Atmosphäre in allen Höhenschichten und Breiten zuzuführen und dadurch das in der heissen Zone gestörte indifferente Gleichgewicht durch fortlaufende Luftströmungen wieder herzustellen. Wenn man unter Berücksichtigung des Umstandes, dass sich Strömungsbahnen nicht schneiden können, ferner des Umstandes, dass die Stromgeschwindigkeit eines aufsteigenden Stromes mit der Höhe, umgekehrt proportional dem daselbst herrschenden Luftdrucke, zunehmen muss, und endlich des Umstandes, dass die Luft die einmal erhaltene Geschwindigkeit so lange unverändert beibehalten muss, bis sie durch Reibung, Mischung oder Compressionsarbeit aufgezehrt ist, die möglichen Strömungsbahnen konstruirt, so gelangt man mit Nothwendigkeit zu dem von mir angenommenen Windsysteme, welches wesentlich auf dem Beharrungsvermögen der durch den äquatorialen Auftrieb in beschleunigte Bewegung gesetzten überhitzten Luft aufgebaut ist. Dies Beharrungsvermögen treibt nicht nur die beschleunigt aufgestiegene Luft in den höheren Luftschichten den Polen zu, es

ist auch die Ursache der Rückkehr derselben in den niederen Luftschichten zum Aequator.

Es würde mich über den beschränkten Rahmen dieser Mittheilung hinausführen, wollte ich auf eine nähere Erörterung dieser Trägheitswirkungen der Luftmasse, sowie auf den dieselben vielfach modificirenden Einfluss des Wasserdampfes eingehen. Es sei mir aber gestattet, noch einige Worte über die Entstehung der grossen lokalen Kraftansammlungen, wie sie im Maximum und Minimum des Luftdrucks ihren Ausdruck finden, hinzuzufügen. Die Summe des Luftdrucks aller Theile der Erdoberfläche muss eine Konstante sein, da diese Summe das Gewicht der unveränderlichen Gesammtmasse der Luft darstellt. Einer lokalen Verminderung des Luftdrucks muss daher nothwendig immer eine gleichzeitige Druckvermehrung an anderen Orten gegenüberstehen. Es ist offenbar unthunlich, die Ursache des Entstehens der Maxima und Minima in lokalen Zuständen der Atmosphäre zu suchen. Dieselben werden häufig durch das Barometer schon angekündigt, bevor irgend eine Veränderung in der Beschaffenheit der Atmosphäre am Erdboden hervorgetreten ist. Nur pflegen häufig leichte Wolkenstriche eine eingetretene Aenderung in den höheren Luftschichten zu verrathen. Ich habe daher auch schon in meinem Aufsatze „Ueber die Erhaltung der Kraft im Luftmeer der Erde" den Entstehungsgrund der Maxima und Minima in die oberen Luftschichten verlegt. In diesen finden fortwährende Aenderungen der Temperatur und Bewegungsgeschwindigkeit der Luft statt, welche von dem Orte des Aufstieges der Luft, d. i. von ihrer Temperatur und ihrem Wassergehalte vor dem Aufstiege, herrühren. Wenn kein Wechsel der Jahreszeiten stattfände, so würde wahrscheinlich auch in den Strömungen der Luft in den höheren Schichten eine grosse Regelmässigkeit obwalten, die denn auch den Witterungsverhältnissen eine gewisse Folgerichtigkeit geben würde, die bisher nicht zu erkennen ist. Wir können bisher nicht beurtheilen, woher die Luft stammt, die auf irgend einer Stelle der Erdoberfläche augenblicklich in den höheren Luftschichten polwärts strömt. Von dem Orte des Aufstiegs und der Jahreszeit wird es aber abhängen, welche Temperatur und Geschwindigkeit diese Luft besitzt. Denn da der Wärmeverbrauch beim Aufstiege der Luft, also bei der arbeitenden Ausdehnung derselben, ganz vom Grade der eingetretenen Verdünnung, also von der Höhe des Aufstiegs, abhängt, so wird bei warmer wie bei kalter Luft nahe dieselbe Temperaturverminderung stattfinden. Es muss also ein Wärmeüberschuss, den die Luft vor dem Auftriebe besitzt, der durch denselben verdünnten und abgekühlten Luft erhalten bleiben. Es müssen daher in allen Atmosphärenhöhen Temperaturdifferenzen vom Betrage der auf der Erdoberfläche vorhandenen auftreten. Aus diesem Grunde wird im Allgemeinen der Zustand der Atmosphäre nicht der des labilen Gleichgewichtes, sondern ein sogenannter stabiler

sein, da die höheren Luftschichten wegen ihrer äquatorialen Provenienz durchschnittlich wärmer und leichter sein werden, wie es die adiabatische Temperaturskala des Ortes verlangt, über welchem sie sich befinden. Je höher der Temperaturüberschuss der Luft vor ihrem Aufstiege war, und je mehr Wasserdampf sie dabei enthielt, desto grösser muss aber auch die Geschwindigkeit werden, welche sie beim Aufstiege gewinnt. Es müssen also in den höheren Luftschichten der mittleren und höheren Breiten relativ warme und dadurch leichte Luftströme grosser Geschwindigkeit mit kälteren und langsamer strömenden abwechseln. Ein solcher Luftstrom relativ leichter und warmer Luft, welcher den oberen noch lufterfüllten Raum ganz oder theilweise einnimmt, stört nun aber seinerseits das indifferente Gleichgewicht der tiefer liegenden Luftschichten. An der Berührungsgrenze der Schichten muss die tiefere, relativ ruhige Luft unter zu grossem Drucke stehen. Sie muss sich also ausdehnen, und von der über sie schnell fortströmenden leichteren Luft mit fortgerissen werden. Wie von Helmholtz nachgewiesen hat, muss diese Fortführung unter Wellenbildung mit grosser Energie von Statten gehen. Die Folge muss also eine Ausdehnung und Aufströmung der unteren Luftmenge sein, welche so lange fortdauern muss, bis das durch den Minderdruck der oberen Luftschichten gestörte indifferente Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Der umgekehrte Fall wird eintreten, wenn der Luftdruck der oberen Schichten sich durch Abkühlung und Anstauung in Folge der Verengung des Strombettes mit wachsender Breite über das ihrer Höhenlage zukommende Maass vergrössert. Dann wird ein Hinabsinken der Grenzschichten eintreten, wodurch eine Verdichtung der unteren Luftschichten mit entsprechender Druckvermehrung stattfindet. In beiden Fällen muss schliesslich das gestörte indifferente Gleichgewicht dadurch wieder hergestellt werden, dass die unterhalb der Störungsquelle liegenden Luftschichten durch auf- oder niederwärts gehende Ströme so viel Luftmenge abgeben oder aufnehmen, bis der Zustand des indifferenten Gleichgewichtes in der ganzen Höhe der Atmosphäre wieder hergestellt ist. Um dies zu bewirken, muss zunächst der Luftdruck der unteren Schichten sich so lange vergrössern oder vermindern, bis derselbe sich der Druckskala des indifferenten Gleichgewichtes der störenden oberen Luftschichten angepasst hat. Es heisst das, dass der Druck am Erdboden sich mit der Druckänderung in der Höhe seinerseits proportional ändern muss — wodurch die überraschende Grösse der an der Erdoberfläche beobachteten Luftdruckänderungen ihre vollständige Erklärung findet. Diese Aenderung des Zustandes der unteren Luftschichten wird auch nach diesem Ausgleiche noch so lange fortdauern, als die Ursache der Störung in den oberen Luftschichten andauert. Bis dahin müssen Luftdruckminima mit aufsteigenden Luftströmen oder Luftdruckmaxima mit niedergehender Luftbewegung an-

dauern und die Atmosphäre in weiterer Umgebung in wirbelnde Bewegung setzen. Erst wenn die Luftströmung in den höheren Schichten der Atmosphäre wieder normale Verhältnisse angenommen hat, wird wieder mittlerer Barometerstand und relative Luftruhe am Erdboden herrschen.

Die Theorie des allgemeinen Windsystems lässt sich hiernach in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Alle Luftbewegungen beruhen auf Störungen des indifferenten Gleichgewichtszustandes der Atmosphäre und erfüllen den Zweck der Wiederherstellung desselben.

2. Diese Störungen werden bewirkt: durch Ueberhitzung der dem Erdboden zunächst liegenden Luftschichten durch Sonnenstrahlung, durch unsymmetrische Abkühlung der höheren Luftschichten durch Ausstrahlung und durch Anstauungen bewegter Luftmassen beim Auftreten von Strömungshindernissen.

3. Die Störungen werden ausgeglichen durch aufsteigende Luftströmungen, bei welchen eine derartige Beschleunigung eintritt, dass die Zunahme der Luftgeschwindigkeit der Abnahme des Luftdruckes proportional ist.

4. Den Aufströmungen entsprechen gleich grosse Niederströmungen, bei welchen eine der Beschleunigung beim Aufstrome entsprechende Verminderung der Luftgeschwindigkeit stattfindet.

5. Ist das Gebiet der eingetretenen Ueberhitzung der unteren Luftschichten ein örtlich begrenztes, so findet ein lokaler Aufstrom statt, der bis in die höchsten Luftregionen reicht und die Erscheinung von Wirbelsäulen mit im Innern spiralförmig aufsteigenden, ausserhalb in gleich gerichteten Spiralwindungen niedergehenden Luftströmen darbietet. Das Resultat dieser Wirbelströmungen ist Ausbreitung des Wärmeüberflusses der unteren Schichten, durch welche das adiabatische Gleichgewicht gestört wurde, auf die ganze überlagernde Luftsäule, die an der Wirbelbewegung Theil nahm.

6. Falls das Gebiet der Störung des indifferenten (oder adiabatischen) Gleichgewichtes sehr ausgedehnt ist, also z. B. die ganze heisse Zone umfasst, so kann die Temperaturausgleichung nicht mehr durch lokale aufgehende Wirbelströmungen erfolgen. Es müssen sich dann Wirbelströmungen bilden, welche die ganze Atmosphäre umfassen. Es gelten für dieselben die für lokale Wirbel aufgestellten Bedingungen des beschleunigten Aufstieges der Luft und des verzögerten Niederganges, derart, dass die durch Wärmearbeit entstandene Geschwindigkeit der Luftbewegung in den verschiedenen Höhenlagen annähernd dem dort herrschenden Luftdrucke umgekehrt proportional ist.

7. Da das ganze Luftmeer in Folge der stetigen durch Wärmearbeit hervorgerufenen und erhaltenen meridionalen Strömung annähernd in allen Breiten mit derselben absoluten Geschwindigkeit rotiren muss,

so kombiniren sich die durch Ueberhitzung erzeugten meridionalen Strömungen mit den terrestrischen zu dem grossen, die ganze Erde umfassenden Luftströmungssysteme, welches den Zweck erfüllt, die ganze Atmosphäre an der überwiegenden Wärmezufuhr in der heissen Zone Theil nehmen zu lassen, äquatoriale Wärme und Feuchtigkeit den mittleren und höheren Breiten zuzuführen und die Entstehung der lokalen Luftströmungen der letzteren zu vermitteln.

8. Das letztere geschieht durch die Erzeugung von wechselnden lokalen Erhöhungen und Verminderungen des Luftdruckes durch Störung des indifferenten Gleichgewichtes in den höheren Schichten der Atmosphäre.

9. Minima und Maxima des Luftdruckes sind Folgen der Temperatur und Geschwindigkeit der Luftströmungen in den höheren Schichten der Atmosphäre.

Man kann hiernach als wesentlichste Aufgabe der Meteorologie die Erforschung der Ursachen und Folgen der Störungen des indifferenten Gleichgewichtes der Atmosphäre und als wichtigste Aufgabe der Wetterprognose die Erforschung der geographischen Herkunft der Luftströme betrachten, die auf ihren Wegen nach den Polen hin über uns fortziehen.

Zur Frage der Ursachen der atmosphärischen Ströme.

(Meteorologische Zeitschrift, 1891.)

1891.

Es war nicht meine Absicht, auf Fragen der atmosphärischen Dynamik zurückzukommen, da ich meine Anschauung hinlänglich klar dargelegt zu haben glaubte, und da Herr Max Möller, der allein in seiner Abhandlung „Die Anwendung des Gesetzes der Flächen auf atmosphärische Strömungen“ auf meine Mittheilung „Ueber das allgemeine Windsystem der Erde“ näher eingegangen ist, meiner Behauptung der Unanwendbarkeit des sogenannten Flächengesetzes auf atmosphärische Luftströmungen im Wesentlichen beigestimmt hat. Ich bin aber neuerdings darauf aufmerksam gemacht, dass einige prinzipielle Behauptungen des Herrn Möller den von mir aufgestellten direkt entgegengesetzt sind, und dass mein Schweigen so ausgelegt würde, als hätte ich sie fallen lassen. Da dem nun durchaus nicht so ist, und da es mir auch nicht im Interesse der Wissenschaft zu liegen scheint, principielle Widersprüche ungelöst ruhen zu lassen, so muss ich schon um die Aufnahme dieser rechtfertigenden Zeilen in die Spalten dieser Zeitschrift bitten.

Herr Max Möller schreibt: „Gegen die Ferrel'sche Theorie richtet der Autor das Bedenken, dieselbe mache eine allzu unbeschränkte Verwendung von dem Gesetze der Erhaltung des Rotationsmomentes. Dies ist thatsächlich zutreffend, wiewohl eine Beschränkung der nachfolgenden Worte des Autors nothwendig erscheint. Derselbe sagt: „Ich muss bestreiten, dass die Erhaltung des Rotationsmomentes bei der Luftbewegung Platz greift“, und ferner „damit das Rotationsmoment konstant bleiben kann, muss eine bedeutende Arbeit verwendet werden. Es fehlt aber die Kraft gänzlich, welche diese Arbeit leisten könnte.“ In dem angeführten Satze müsste das Wort gänzlich fehlen. Wir

werden sehen, dass thatsächlich nicht unerhebliche meridional wirkende Kräfte zur Verfügung stehen, dass dieselben aber allerdings nicht im entferntesten ausreichen, um einen geschlossenen einfachen Kreislauf der Luft zwischen Aequator und Pol zu unterhalten."

Herr Max Möller geht dann zur Aufsuchung der zur Erhaltung des Rotationsmomentes zur Verfügung stehenden Kräfte über. Er sagt: „Die grösste der Atmosphäre zur Erhaltung des Rotationsmomentes zur Verfügung stehende Kraft ist die meridionale Komponente der Schwere, welche sich aus der Erdabplattung ergiebt. Bei der Verschiebung eines materiellen Punktes vom Aequator zum Pole auf der Erdoberfläche senkt sich der materielle Punkt in Richtung der Anziehungskraft der Erde um 11 000 Meter. Die geleistete Arbeit beträgt für 1 kg Masse den Werth von 11 000 mkg."

Dies würde ja ganz richtig sein, wenn das Kilogramm Masse, welches vom Aequator zum Pole verschoben wird, an der Erdrotation nicht theil nähme, wie dies Herr M. Möller an einer anderen Stelle auch voraussetzt. Da es aber faktisch an der Rotation theil nimmt, so hat es auf dem meridionalen Wege zum Pole die Centrifugalkraft zu überwinden, welche es zum Aequator zurückzuführen strebt. Die hierdurch bewirkte Verzögerung muss der Beschleunigung durch die in Folge der Erdabplattung bestehende zum Pole gerichtete Komponente der Schwerkraft überall genau gleich sein, denn diese Gleichheit ist ja die Bedingung für die Ellipsoidgestalt der Erde. Von einem beschleunigten Herabsinken eines Punktes oder Körpers auf der geneigten Niveaufläche der in Folge der Rotation abgeplatteten Erde kann also niemals die Rede sein. Dies gilt auch von jedem anderen Punkte der als freibeweglich angenommenen Erdmasse. Es muss überall Gleichgewicht zwischen der polar gerichteten Komponente der Anziehungskraft und der äquatorial gerichteten Komponente der Centrifugalkraft herrschen, weil ja andernfalls die Bewegung eintreten und die Gestalt des Ellipsoids sich dadurch ändern müsste. Man kann dies auch so ausdrücken, dass unendlich viele Niveauschichten durch die freibeweglich gedachte Erdmasse gelegt werden können, auf denen keine Tendenz zu irgend welcher Verschiebung besteht. Hieraus folgt direkt, dass auch im Luftraum selbst nur dynamische, aber keine statischen Bewegungstendenzen wirksam sein können, dass also alle Luftbewegung nur Sonnenarbeit sein kann. Wenn dieser Grundsatz Anerkennung gefunden hat, so kann das mit der Erdoberfläche rotirende Luftmeer auch keinen die Summe seiner durch Erdrotation und Sonnenarbeit erworbenen lebendigen Kraft verändernden Beschleunigungen unterworfen sein. Weder in der Höhe, noch in der Tiefe der Atmosphäre kann ein polwärts gerichtetes Gefälle bestehen, welches beschleunigend auf sie einwirkt. Da in jedem Momente genau ebensoviel Luft polwärts wie zum Aequator durch jeden Breiten-

kreis strömen muss, um das Druckgleichgewicht aufrecht zu erhalten, so ist auch nicht einzusehen, durch welche Kräfte die auf der angenommenen schiefen Ebene hinabgeglittene Luft wieder hinaufgetrieben werden sollte. Es steht als Kraftquelle für diese Rückbewegung der Luft zum Aequator nur die in ihr angesammelte lebendige Kraft zur Verfügung. Wenn ich auch Herrn M. Möller darin völlig zustimme, dass die auch unter den günstigsten Umständen der Luft beim Auftriebe durch Sonnenwärme ertheilte Geschwindigkeit gering ist gegen die ihr durch die Erdrotation, an der sie Theil nimmt, ertheilte, so ist dabei doch zu bedenken, dass die durch Sonnenwärme der Luft ertheilte meridionale Bewegungsenergie bei einem Kreislaufe nur zum geringen Theile durch Reibung verloren geht. Die Passatwinde lehren dies, welche dem äquatorialen Auftriebe den überwiegenden Theil der früher erhaltenen meridionalen Bewegungsenergie wieder zuführen. Diese ist im Laufe der Jahrhunderte angesammelt, und sie allein ist es, welche die Atmosphäre in Bewegung setzt und erhält, welche Minima und Maxima des Luftdruckes durch die in Wirbeln vor sich gehende Umkehr der polaren in die meridionale Richtung erzeugt, zu der sie durch die fortgesetzte Verengung des oberen und die gleichzeitige Erweiterung des unteren Strombettes gezwungen wird.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Verlag von **Julius Springer** in **Berlin N.**

Siemens, Werner, Wissenschaftliche und technische Arbeiten. Erster Band. Wissenschaftliche Abhandlungen und Vorträge. Mit in den Text gedruckten Abbildungen und dem Bildniss des Verfassers. Preis M. 5,—; geb. in Leinwand M. 6,20.

Siemens, William, Ueber Brennstoff. — Ueber Gewinnung von Eisen und Stahl durch direktes Verfahren. Vorträge. Unter Mitwirkung des Verfassers veranstaltete Deutsche Ausgabe. Mit Abbildungen in Holzschnitt. Preis M. 2,80.

— — **Einige wissenschaftlich-technische Fragen der Gegenwart.** Erster Band. Mit vier lithographischen Tafeln. Preis M. 3,—. Zweiter Band. Mit einem Holzschnitt. Preis M. 2,40.

— — **Ueber die Erhaltung der Sonnen-Energie.** Eine Sammlung von Schriften und Discussionen. Mit 6 in den Text gedruckten Holzschnitten und einer lithographirten Tafel. Preis M. 4,—.

— — **Die Eisen- u. Stahl-Industrie in England.** Der Bathometer. Unter Mitwirkung des Verfassers veranstaltete Deutsche Ausgabe. Mit Abbildungen in Holzschnitt. Preis M. 2,80.

Pole, William, Wilhelm Siemens. Mit Porträts, Abbildungen und einer Karte. Preis M. 8,—; in Leinwand geb. M. 9,20.

Siemens, Friedrich, Heizverfahren mit freier Flammenentfaltung. Mit 6 lithographirten Tafeln. Preis M. 2,40.

— — **Bericht über die Smoke Abatement Exhibition, London, Winter 1881—1882.** An das Königlich Sächsische Ministerium des Innern in dessen Auftrage erstattet. Mit zahlreichen Abbildungen. Preis M. 4,—.

Faraday, Michael, Experimental-Untersuchungen über Elektricität. Deutsche Uebersetzung von **Dr. S. Kalischer.** In drei Bänden.

Erster Band. Mit in den Text gedruckten Abbildungen, 8 Tafeln und dem Bildniss Faradays. Preis M. 12,—.

Zweiter Band. Mit in den Text gedruckten Abbildungen und 6 Tafeln. Preis M. 8,—.

Dritter Band. Mit in den Text gedruckten Abbildungen und 5 Tafeln. Preis M. 16,—.

Frölich, Dr. **O., Die dynamoelektrische Maschine.** Eine physikalische Beschreibung für den technischen Gebrauch. Mit 64 Holzschnitten. Preis M. 8,—.

— — **Handbuch der Elektricität und des Magnetismus.** Für Techniker bearbeitet. Mit in den Text gedruckten Holzschnitten und 2 Tafeln. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Preis M. 15,—; geb. M. 16,20.

Mascart, E., u. **Joubert, J., Lehrbuch der Elektricität und des Magnetismus.** Autorisirte deutsche Uebersetzung von **Dr. Leopold Levy.** In 2 Bänden. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten. Preis M. 30,—; geb. M. 32,40.

Maxwell, James Clerk, M., A., Lehrbuch der Elektricität und des Magnetismus. Autorisirte deutsche Uebersetzung von **Dr. B. Weinstein.** In 2 Bänden. Mit zahlreichen Holzschnitten und 21 Tafeln. Preis M. 26,—; geb. M. 28,40.

Weinstein, Dr. B., Handbuch der Physikalischen Maassbestimmungen. In drei Bänden.

Erster Band. Die Beobachtungsfehler, ihre rechnerische Ausgleichung und Untersuchung. Preis M. 14,—.

Zweiter Band. Einheiten und Dimensionen, Messungen für Längen, Maassen, Volumina und Dichtigkeiten. Preis M. 14,—.

Dritter Band. Messungen für Drucke und Kräfte, thermische, optische, akustische, elektrische und magnetische Maassbestimmungen. (In Vorbereitung.)

Zetzsche, Prof. Dr. **K. E., Handbuch der elektrischen Telegraphie.** Unter Mitwirkung von mehreren Fachmännern herausgegeben.

Erster Band. Geschichte der elektrischen Telegraphie. Bearbeitet von Dr. **Karl Eduard Zetzsche.** Mit 335 Holzschnitten. Preis M. 18,—.

Zweiter Band. Die Lehre von der Elektricität und dem Magnetismus mit besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zur Telegraphie. Bearbeitet von Dr. **O. Frölich.** Mit 267 Holzschnitten und einer Tafel in Lichtdruck. Preis M. 14,—.

Dritter Band. Die elektrische Telegraphie im engeren Sinne. I. Die Erfordernisse zum Telegraphiren. Bearbeitet von **O. Henneberg,** Dr. **O. Frölich** und Dr. **E. Zetzsche.** Mit 701 Holzschnitten und einer Karte der Kabelverbindungen der Welt. Preis M. 25,—.

Vierter Band. Die elektrischen Telegraphen für besondere Zwecke. I. Bearbeitet von **L. Kohlfürst** u. Prof. Dr. **K. E. Zetzsche.** Mit 668 Holzschnitten u. 10 statistischen Tabellen. Preis M. 25,—.

(Vom Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen preisgekrönt.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

5109
R. Buchner
Buchbinderei
84098 Hohenthann

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Siemens, Werner

Wissenschaftliche und technische Arbeiten

Bd.: Zweiter Band

1891

Phys.sp. 618 sb-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11882083-9